



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE HUMANIDADES Y LENGUAS

Uso de Khan Academy para promover el desarrollo de la competencia matemática en estudiantes de educación media superior.

TESIS

Para obtener el grado de

Maestra en Educación

PRESENTA

Lic. Selene Jiménez Penago

DIRECTOR DE TESIS

Dra. Griselda Murrieta Loyo

CODIRECTOR DE TESIS

Dra. Emma Reyes Cruz



Chetumal, Quintana Roo, México, abril de 2021





UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE HUMANIDADES Y LENGUAS

Uso de Khan Academy para promover el desarrollo de la competencia matemática en estudiantes de educación media superior.

Presenta: Selene Jiménez Penago

Trabajo de Tesis elaborado para obtener el grado de

Maestra en Educación

Aprobado por

COMITÉ ASESOR DE TESIS

DIRECTORA:


Dra. Griselda Murrieta Loyo

CODIRECTORA:


Dra. Emma Reyes Cruz

ASESOR 1:


Dra. María del Rosario Reyes Cruz

ASESOR 2:


Mtro. Ezequiel Hernández Mendoza

ASESOR SUPLENTE:


Dra. Edith Hernández Méndez

ASESOR SUPLENTE:


Dra. Griselda Hernández Méndez



Chetumal Quintana Roo, México, abril de 2021

Agradecimientos

Gracias a la vida y al arquitecto del universo por permitirme disfrutar cada momento como este, ¡Me parece increíble cómo ha pasado el tiempo! Gracias por prestarme más días en la tierra para vivir este evento irrepetible.

Agradezco infinitamente a mis padres por apoyarme en cada decisión y proyecto que me planteo, jamás me han cortado las alas y eso es admirable. Los amo, sin sus consejos y aliento no hubiese logrado terminar; cada día que estuvimos a kilómetros de distancia será recompensado. Me hicieron mucha falta, eso es innegable. El inicio no fue nada fácil, muchas noches lloré con la idea de no poder más, pero la promesa de no defraudarlos estuvo presente en mi mente y me daba fuerza. Hoy, finalmente puedo decir “lo logré” y fue por ustedes.

Sin duda, esta investigación debe ser reconocida como un trabajo en conjunto que logré hacer gracias a la Dra. Emma Reyes Cruz que me acompañó en los inicios de la tesis. Le agradezco sus consejos, su alegría y aunque nunca se lo dije le agradezco recordarme a mi tierra tabasqueña con su acento, fue muy grato conocerla.

También, agradezco mucho a la Dra. Griselda Murrieta Loyo por aceptarme y darme un enfoque claro de la investigación, gracias por todos y cada uno de sus comentarios. Estoy infinitamente agradecida porque aprendí mucho de usted y siempre tomé de la mejor manera sus aportaciones.

Gracias Dra. Rosario Reyes Cruz, no hay palabras que permitan describir lo mucho que la aprecio. Jamás olvidaré como me ayudó en el peor momento de mi vida, por su apoyo no deserté del posgrado. Siempre la recordaré como ese ser de luz que me recordó mi propósito en Chetumal.

Finalmente, agradezco a los grandes amigos que hice en estos años y que llevo en mi corazón (Sara, Priscila, Paola, Jonathan, Miguel y Alfredo). Los momentos juntos fue increíble, los adoro y espero verlos cada que vaya de visita; aún tengo la esperanza de regresar y vivir en esta ciudad, el lugar donde conocí el amor, Chetumal.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Antecedentes del tema.....	9
1.2 Definición del problema.....	11
1.3 Objetivo general	13
1.3.1 <i>Objetivos específicos</i>	13
1.4 Pregunta(s) de investigación	14
1.5 Justificación	15
1.6 Limitaciones y delimitaciones.....	15
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	16
2.1 Estudios que implementaron el uso de Khan Academy en educación primaria 17	
2.2 Estudios que implementaron el uso de Khan Academy en educación secundaria	20
2.3 Estudios que implementaron el uso de Khan Academy en educación media superior.....	25
2.4 Estudios que implementaron el uso de Khan Academy en educación superior 27	
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	31
3.1 Metáfora del andamiaje.....	32
3.1.1 <i>Escenario de aprendizaje con andamiaje</i>	34
3.2 Concepto de matemáticas	36
3.3 Competencia matemática	37
3.4 Khan Academy	39
3.4.1 <i>El profesor en Khan Academy</i>	42
CAPÍTULO IV. MARCO TEÓRICO CONTEXTUAL	43
4.1 Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 253	43
4.2 La asignatura de Geometría y Trigonometría	44
4.3 Procedimiento de muestreo	46
CAPÍTULO V. METODOLOGÍA	47
5.1 Investigación acción	48
5.2 Las características de la acción.....	48
5.2.1 <i>Control de la acción</i>	49
5.3 Selección de técnicas para la recolección de datos	51

5.3.1 Prueba de desempeño.....	51
5.3.2 Diario del investigador.....	52
5.3.3 Diario de un grupo pequeño de alumnos.....	53
5.3.4 Grabaciones de video.....	53
5.4 La reflexión.....	55
5.5 Prototeorías.....	55
5.6 Secuencia de actividades.....	58
5.7 Método de análisis de datos.....	60
5.8 Estrategia de validez.....	61
5.9 Posicionamiento del investigador: agente externo vs agente interno.....	62
CAPÍTULO VI. RESULTADOS.....	63
6.1 Preguntas de investigación.....	63
6.1.1 Conocimientos previos a la intervención.....	64
6.1.2 Contribución de la intervención al aprendizaje de los estudiantes.....	67
6.1.3 Rol del profesor en el desarrollo de la intervención.....	82
6.1.4 Conocimientos después de la intervención.....	94
6.1.5 Aprendizajes de la investigadora.....	100
VII. CONCLUSIONES.....	102
REFERENCIAS.....	108
ANEXO.....	115
Instrumentos de recolección de datos.....	115
Estrategias pedagógicas.....	118
Sugerencia de actividades.....	120

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Actividades disponibles en Khan Academy	39
Tabla 2. Aprendizajes clave de la asignatura de Geometría y Trigonometría	45
Tabla 3. Cronograma de la intervención	54
Tabla 4. Prototeorías de la investigación	57
Tabla 5. Secuencia de actividades.....	58
Tabla 6. Calificaciones de los estudiantes en la prueba PISA 2012.....	65
Tabla 7. Niveles de desempeño según los resultados de la prueba PISA 2012	66
Tabla 8. Calificaciones y niveles de conocimientos de los estudiantes al inicio y final de la intervención obtenidos de la adaptación de la prueba PISA 2012.....	95
Tabla 9. Resultados de la aplicación de la prueba PISA (2012) al inicio y final de la intervención con Khan Academy	99

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Escenario de aprendizaje.....	35
Figura 2. Niveles de conocimiento	67
Figura 3. Interacción pasiva	69
Figura 4. Interacción limitada	70
Figura 5. Interacción compleja	70
Figura 6. Estructura de la percepción de logro de los estudiantes	72
Figura 7. Rol del profesor durante la intervención.....	84
Figura 8. Niveles de conocimiento de los estudiantes al finalizar	96
Figura 9. Ejemplo de problema de la prueba PISA (2012)	98

Resumen

El objetivo de esta investigación fue contribuir al desarrollo de la competencia matemática en estudiantes de educación media superior mediante la implementación de la plataforma educativa Khan Academy. La investigación se basó en la metáfora del andamiaje de Wood, Bruner y Ross (1976). La muestra del estudio fue de 15 participantes de entre 15 y 16 años, que cursaban la asignatura de geometría y trigonometría en el CBTIS 253. Se llevó a cabo una intervención pedagógica de 7 semanas. Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de los datos fueron: grabaciones de video del discurso áulico, pruebas de conocimientos y diarios de campo. Se observó que los participantes iniciaron la intervención con conocimientos del nivel uno que corresponden a procedimientos rutinarios y, al finalizar la intervención incrementaron el nivel de conocimientos en ángulos, triángulos y relaciones métricas al nivel dos y tres que indican el empleo de fórmulas. Se evidenció que los participantes comprenden mejor los temas de matemáticas cuando visualizan videos y realizan prácticas en Khan Academy. Además, se encontró que el rol del profesor estuvo determinado por el tipo de apoyo solicitado por los estudiantes en cada etapa del proceso de andamiaje y la actividad de enseñanza-aprendizaje utilizada. La investigación permite concluir que el andamio como parte del proceso del andamiaje fue efectivo en tanto que los estudiantes alcanzaron el objetivo de interpretar modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos algebraicos y geométricos, al poder comprender y analizar situaciones reales; el profesor guió, reguló y finalmente retiró el andamio de acuerdo con los logros graduales de los participantes.

Palabras claves: Investigación-acción, andamiaje, Khan Academy, matemáticas y aprendizaje.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se basa en la implementación de Khan Academy (KA) para el desarrollo de la competencia matemática en estudiantes de educación media superior. La estructura de este capítulo se divide en seis apartados: antecedentes del tema, objetivos generales y específicos, preguntas de investigación, justificación, limitaciones y delimitaciones.

1.1 Antecedentes del tema

En México, se ha generado un creciente interés en el tema del desempeño académico en la competencia matemática. Lo anterior se originó a partir de los reportes de pruebas internacionales como el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), aplicadas a adolescentes de 15 años.

Las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en la prueba PISA, han sido registradas durante 18 años. De acuerdo con la OCDE (2018), los estudiantes mexicanos no han tenido avances significativos en la competencia matemática, el desempeño se ha mantenido prácticamente igual en cada aplicación. Los estudiantes pasaron de 385 puntos en 2003 a 409 en 2018; los puntajes representan una caída porcentual comparada con la media internacional.

A partir de los informes obtenidos de la prueba PISA, se evidenció que existe una deficiencia en la competencia matemática en los adolescentes. Es innegable el hecho de que la enseñanza de las matemáticas no es un proceso simple en los centros educativos. Los vertiginosos cambios tecnológicos de la actualidad demandan que los docentes tengan la apertura de nuevos recursos tecnológicos para utilizarlos como estrategias que complementen el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, los profesores deben actualizar los métodos

de enseñanza e incorporar nuevas estrategias y tecnologías para generar motivación en los estudiantes y llevarlos a indagar sobre los alcances que tiene la matemática en una gran variedad de situaciones de su vida profesional y práctica (Soller, Cárdenas, Hernández y Monroy, 2017).

A este respecto, diversos investigadores (Rodríguez, Sánchez y Márquez, 2011; Villa, Galvis, Sierra y Vélez, 2014; Ramírez, 2015) han realizado estudios sobre el uso de la tecnología de la información y la comunicación (TIC) en cursos de matemáticas como apoyo a los procesos de aprendizaje. Los estudios ofrecen diferentes perspectivas metodológicas. Además, contribuyen con propuestas para contribuir de manera decisiva en la enseñanza y aprendizaje. De acuerdo con Socarrás (2015) la matemática sirve

como medio de expresión del pensamiento científico en los adolescentes, así como a diversas formas específicas del pensamiento matemático, vinculadas entre sí, tales como: pensamiento deductivo, creativo, espacial, algorítmico, funcional y de racionalización mental.

Es evidente que la comprensión de las matemáticas es indispensable, porque forma parte de nuestra vida cotidiana, en este sentido, la asignatura busca que los estudiantes puedan desarrollar competencias genéricas, disciplinares y profesionales que conforman el perfil de egreso de la Educación Media Superior (EMS). Sin embargo, como lo destaca la SEP (2013), si este aprendizaje no es adquirido por los estudiantes, puede inferirse que egresan sin un perfil deseable. Tratándose de una asignatura transversal, la deficiencia en matemáticas puede causar problemas de aprendizaje en los estudiantes que pretenden continuar con sus estudios profesionales.

La EMS tiene el reto de desarrollar la competencia matemática en sus estudiantes, para lograrlo sugieren que se utilicen recursos tecnológicos. A este respecto, estrategias como blogs, grupos de redes sociales, plataformas como Geogebra, Descartes y Khan Academy, brindan una gran oportunidad para compartir diferentes recursos creados por varios usuarios. Además, se convierten en buenas opciones para la comprensión de temas complejos (Sucerquia, et al. 2016). Ante la diversidad de alternativas tecnológicas, se presenta el desafío de identificar cuáles son las más adecuadas y, a su vez, las que necesitan de ajustes para asegurar la efectividad en las aulas de clases.

En particular, KA representa una de las principales herramientas tecnológicas que

apoyan a la práctica pedagógica. La plataforma posee una gran cantidad de recursos disponibles de acceso gratuito que facilitan su uso en las clases (Rodríguez, Light, y Pierson, 2014). En este sentido, KA ofrece la posibilidad de contribuir de manera efectiva a la transformación de la práctica docente y el aprendizaje de los estudiantes (Koeniger,2013). La plataforma funciona como un ambiente personalizado e interactivo para satisfacer las necesidades de cada estudiante y permite a los profesores usar los datos para sus clases.

Existen investigaciones (Cherrez, 2017; Díaz, et al. 2018; Tapia, 2019) que se han centrado en implementar KA para apoyar el desarrollo de la competencia de matemática en estudiantes de bachillerato. Los resultados han sido favorables desde la perspectiva de los docentes y estudiantes. Por una parte, los docentes indican que la plataforma es fácil de implementar y se alinea a los contenidos del curriculum. Por otra, los estudiantes consideran que usar la plataforma los hace entusiasmarse y comprometerse con su aprendizaje.

1.2 Definición del problema

En el estado de Quintana Roo, algunas instituciones como el COBAQROO y CBTIS han reportado haber obtenido porcentajes bajos en las pruebas de matemáticas. En 2014, la Evaluación de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) señaló, mediante la información de la escala de carácter nacional, que el estado se posiciona en el lugar 23 de 32 de desempeño en el área de matemáticas. Esta prueba es aplicada a adolescentes de educación media superior para evaluar las competencias de disciplinas básicas; en relación con los resultados se indica que existe un problema con el desarrollo de la competencia matemática en adolescentes.

Por otra parte, hay datos que indican que al menos 10 planteles de Colegios de Bachilleres de Quintana Roo (COBAQRoo) se caracterizan por tener índices de bajo desempeño en la materia de matemáticas, según los resultados de insumo educativo a

la educación media superior, emitido por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación superior (CENEVAL, 2018). Los resultados muestran que los estudiantes que cursan bachillerato carecen de competencias y habilidades en matemáticas. De acuerdo con CENEVAL (2018), los estudiantes de los planteles de COBAQRoo no son los únicos que presentan bajo desempeño en matemáticas; lo mismo ocurre con estudiantes de bachilleratos tecnológicos.

El Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS) número 253 alberga a aproximadamente mil estudiantes. Dicho plantel ha registrado un índice de ineficiencia en el área de matemáticas, desde que ha sido evaluada. Esto fue evidente cuando en el año 2015 el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) reportó que los estudiantes apenas poseen los conocimientos indispensables de los aprendizajes clave del curriculum con un 37.6%. Aunado a esto, los estudiantes obtuvieron el mismo porcentaje en el nivel de logro insuficiente que refleja carencias fundamentales en el aprendizaje futuro. Posteriormente, en el 2017 se volvió aplicar la prueba PLANEA en el CBTIS 253 y los resultados en matemáticas fueron los siguientes: 69.6% en el nivel insuficiente, 19.6% en el nivel indispensable, 8.9% en el nivel satisfactorio y 1.8% en el nivel sobresaliente. Los resultados de PLANEA (del 2015 al 2017) muestran el declive que ha tenido el nivel de desempeño matemático en los estudiantes del CBTIS 253. Esta baja, en el desempeño de los estudiantes en la asignatura de matemáticas, motivó la realización de este trabajo de investigación acción en el CBTIS 253.

Se diseñó una intervención dirigida a estudiantes de 15 años. La edad de los estudiantes fue determinada con base al rango de edad que exige la OCDE para la aplicación de la prueba PISA. De acuerdo con los datos del CBTIS 253, los estudiantes que tenían la edad de 15 años se encontraban cursando el segundo semestre la asignatura de Geometría y Trigonometría.

El programa de estudios de la asignatura de Geometría y Trigonometría (2018), emitido por la Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS) indica que esta asignatura al igual que las del campo disciplinar de matemáticas representan dificultades para los estudiantes, al considerar lo siguiente:

El campo disciplinar de matemáticas ha sido señalado como el principal causante de abandono escolar y de un bajo aprovechamiento, no sólo al interior de la institución sino frente a evaluaciones externas. Para incidir en el mejoramiento de indicadores es importante el intercambio de acciones de éxito o bien trabajar en

nuevas propuestas. (p.49).

A este respecto, la SEMS propone una serie de plataformas con el fin de coadyuvar el mejoramiento de los estudiantes de matemáticas, cada una de las que se desee implementar deberán contar con los insumos suficientes para su aplicación. Las plataformas sugeridas son recursos abiertos, entre ellos están: Edmodo, Schoology, Académica y Khan Academy. Para fines de esta investigación se implementó el uso de la plataforma KA en las clases, para desarrollar específicamente la competencia matemática de contribuir e interpretar modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos algebraicos, geométricos, para la comprensión y análisis de situaciones reales.

De acuerdo con el programa general de Geometría y Trigonometría del CBTIS, la competencia se ubica con el segundo bloque. En este sentido, en la intervención se enseñarán los temas que tratan sobre la utilización de triángulos, ángulos y relaciones trigonométricas.

1.3 Objetivo general

Contribuir mediante la implementación de la plataforma Khan Academy al desarrollo de la competencia matemática de interpretar modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos algebraicos y geométricos, para la comprensión y análisis de situaciones reales en los estudiantes de la asignatura de Geometría y Trigonometría del segundo semestre de bachillerato.

1.3.1 Objetivos específicos

A partir del objetivo general, se presentan los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar el nivel de conocimiento inicial sobre ángulos, triángulos y relaciones métricas de los estudiantes de segundo semestre de preparatoria.
2. Identificar las actividades a las que mejor responden los estudiantes de la asignatura de Geometría y Trigonometría en la plataforma Khan Academy.
3. Describir el rol del profesor en las clases mediadas por el uso de la plataforma Khan Academy.
4. Establecer el nivel de conocimiento final sobre ángulos, triángulos y relaciones métricas de los estudiantes de segundo semestre de preparatoria al finalizar la intervención con la plataforma Khan Academy.
5. Describir los aprendizajes como investigadora de la intervención.

1.4 Pregunta(s) de investigación

Con base en los objetivos específicos, resulta conveniente presentar las siguientes preguntas:

1. ¿Qué conocimientos iniciales poseen los estudiantes de segundo semestre sobre ángulos, triángulos y relaciones métricas?
2. ¿Cuáles son las actividades a las que mejor responden los estudiantes que cursan la asignatura de Geometría y Trigonometría en la plataforma Khan Academy?
3. ¿Cuál fue el rol del profesor en el desarrollo de la intervención con la plataforma Khan Academy?
4. ¿Cuál es el nivel de conocimientos final que poseen los estudiantes de segundo semestre sobre ángulos, triángulos y relaciones métricas al finalizar la intervención con la plataforma Khan Academy?
5. ¿Cuáles son los aprendizajes como investigadora de la intervención?

1.5 Justificación

Los investigadores Falck, Kluttig y Peirano (2013) han partido de la premisa de que las clases tradicionales siguen siendo las protagonistas en las clases de matemáticas y que éstas no benefician los resultados de los estudiantes de EMS. A este respecto, estos autores proponen implementar una enseñanza presencial tradicional, enriquecida tecnológicamente. Desde un punto de vista pedagógico, este tipo de enseñanza abre la oportunidad de entregar y adquirir conocimientos en un ambiente colaborativo (Digital Learning Series, 2012). La enseñanza con tecnología otorga la posibilidad de proveer una educación flexible, personalizada, rigurosa y motivante para los adolescentes.

En particular, KA representa un conjunto de recursos tecnológicos, que se articulan y combinan con estrategias que se utilizan en el aula tradicional. Sin embargo, en las instituciones de EMS se han encontrado pocos estudios que implementen KA en las asignaturas de matemáticas (Cherrez, 2017; Díaz et al. 2018; Tapia, 2019). En este sentido, para aportar información a los estudios precedentes de KA en EMS, se realiza la presente investigación acción. Mediante una intervención con KA se pretende que, si los resultados son positivos, los docentes lo tomen como base para diseñar futuras clases utilizando la plataforma. Con los resultados obtenidos posiblemente los docentes podrán trabajar de manera continua en el bachillerato para desarrollar la competencia matemática más estudiantes.

Implementar KA implica innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Polo (2011) afirma que “la fundamentación innovadora radica en que las TIC, devienen en innovación educativa sí y sólo sí la intervención del educador logra dotarlas de cualidades que le confieran dimensión humana” (p.4). A este respecto, la presente investigación pretende innovar la práctica de los profesores, mediante la implementación gradual de KA y para desarrollar el nivel cognitivo de los estudiantes en matemáticas.

1.6 Limitaciones y delimitaciones

La investigación está limitada por el tiempo, a pesar de haber intervenido en 14 sesiones de clase, no se pudieron realizar entrevistas a los estudiantes cuando se finalizó la intervención. La razón que impidió recabar más información se debió a que los estudiantes se encontraban en periodo vacacional.

Respecto a las delimitaciones, esta investigación fue enfocada exclusivamente a quince estudiantes que cursaban la asignatura de Geometría y Trigonometría I, en el CBTIS 253, ubicado en Chetumal, Quintana Roo. Otra delimitación de esta investigación fue implementar las actividades de KA para las clases. En este sentido, la intervención se basó en el uso de videos, artículos de repaso, ejercicios de retroalimentación y prácticas de unidades.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Elaborar una investigación requiere revisar estudios realizados con anterioridad y que guarden relación con el estudio presentado, con el fin de conocer particularidades propias del problema de investigación. Por esta razón, en este capítulo se presentan estudios sobre el uso de KA en contextos educativos. La estructura del capítulo se divide en cuatro secciones, ordenados por cada uno de los niveles educativos: primaria, secundaria, media superior y superior. Cabe mencionar que esta investigación se enfoca en el nivel media superior, sin embargo, la implementación de KA en las instituciones educativas se ha empezado a investigar y carece de una basta cantidad de investigaciones sobre el tema. En este sentido, con la intención de enriquecer los datos se determinó anexar otros niveles educativos, para contrastar el enfoque y la metodología de la implementación de la plataforma KA.

2.1 Estudios que implementaron el uso de Khan Academy en educación primaria

Martin (2013) realizó un estudio sobre la implementación de KA en la materia de matemáticas. El objetivo fue determinar el impacto del programa en relación con la motivación, confianza y nivel de habilidad en la materia. Los participantes fueron 27 estudiantes de quinto grado de una primaria en Estados Unidos. El estudio fue cuantitativo correlacional. Los resultados indicaron que, en algún momento, mientras usaban el programa KA, la motivación, la confianza y el nivel de habilidad de cada alumno se vieron beneficiados. Dentro de los principales logros se identificó que la plataforma favorece el aprendizaje de la matemática. En concreto, se evidenció que el 60% de los estudiantes logró entender y resolver problemas matemáticos; los participantes se apropiaron de los conceptos y los procedimientos de las operaciones básicas con números naturales. También, permitió la participación de los estudiantes para proponer y resolver problemas relacionados con su contexto.

Borders (2014) llevó a cabo un programa para realizar un estudio sobre el impacto de KA. El propósito del estudio fue evaluar el impacto de KA en el aspecto académico de los estudiantes y en las habilidades creativas. Los participantes fueron 257 estudiantes de quinto grado de una escuela primaria en Yaundé, Camerún. Los resultados indican que plataformas como KA pueden ser empleados efectivamente, incluso en periodos cortos. El periodo del estudio usando KA fue de tres meses y se identificó que el impacto en el nivel académico de matemáticas en los estudiantes fue de 14%, mientras que en las habilidades creativas tuvieron un aumento de 36%. De acuerdo con las entrevistas realizadas a los profesores, se identificó que los supervisores de los estudiantes apreciaron el uso de la plataforma, porque proporcionó un servicio personalizado y adaptado a los estudiantes. Los profesores mencionaron que los estudiantes tenían un fuerte compromiso con su propio aprendizaje, tomaron posesión del contenido y

demonstraron tener la capacidad de analizar las actividades de matemáticas.

Por otra parte, Light y Pierson (2014) realizaron un estudio sobre el aumento de la participación en matemáticas con el uso de KA en aulas chilenas. El estudio tenía como objetivo documentar los tipos de prácticas de enseñanza y aprendizaje de los docentes en Chile, así como implementar esta nueva plataforma. Los participantes fueron estudiantes de 4° hasta 12° y los docentes de dichas clases. Los hallazgos encontrados indicaron que KA funciona como un entorno de aprendizaje digital que cambia las formas y el grado en que los estudiantes y maestros se involucran e interactúan con el contenido matemático. La interacción con la matemática tuvo un impacto positivo tanto en el compromiso, como en el aprendizaje de los estudiantes. Otro hallazgo fue que los docentes tuvieron un cambio en sus prácticas y creencias. Respecto a las prácticas, los docentes mencionaron que pueden enseñar matemática de manera efectiva utilizando recursos tecnológicos. En cuanto a las creencias, los docentes lograron analizar cómo aprenden los estudiantes y la capacidad que tienen para conducir sus propios procesos de aprendizaje para convertirse en aprendices activos.

Murphy, Gallagher, Krumm, Mislevy y Hafter (2014) realizaron una investigación sobre el uso de KA en escuelas estadounidenses. El estudio tenía como objetivo comprender y documentar a los educadores a medida que usaban los recursos matemáticos de KA en las escuelas, así como examinar cómo el uso de la plataforma podía incidir en las decisiones futuras de los docentes para el uso en el aula. Los participantes durante los dos años de estudio fueron (n=20) escuelas y, más de (n= 70) maestros de California. Los resultados indicaron que las escuelas que sirven a poblaciones estudiantiles diversas pueden utilizar KA como un componente de su instrucción de matemáticas. Los docentes informaron que el uso de la plataforma tuvo impactos positivos en los estudiantes en: comprensión de los temas de matemáticas, adquisición de habilidades procesales, habilidades para trabajar y aprender de forma independiente. El 85% de los docentes informó que el uso de KA había afectado positivamente el aprendizaje y la comprensión de sus alumnos del material en general: 37% reportó un fuerte impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes y la comprensión y el 48% informó un impacto algo positivo.

Leon y Koosed (2018) realizaron una investigación sobre la evaluación de

tecnologías y KA. El propósito de la investigación fue entender si el uso de KA con diferentes tecnologías (computadoras y tablets) tenían un efecto en el rendimiento académico de los estudiantes en la materia de matemáticas. Los participantes fueron 3,600 estudiantes de todos los grados de 14 escuelas primarias de Funsepa, Colombia. El estudio utilizó una metodología cuasi experimental que combinó técnicas cualitativas y cuantitativas. Los resultados de la evaluación muestran que el uso de diferentes tecnologías con KA produce un mayor efecto positivo en el rendimiento de los estudiantes en matemáticas que las clases tradicionales. De acuerdo con los reportes, los estudiantes indicaron con 10 puntos que el uso de KA en las tabletas tuvo un mayor efecto que la computadora. Además, se encontró que el rendimiento académico varió según el grado académico de los estudiantes; los participantes de sexto grado se beneficiaron más que los grados inferiores. La diferencia en el rendimiento académico de los grupos se debió a factores como la edad, tamaño de la clase y la frecuencia del uso de la plataforma.

En esta sección, se presentaron cinco trabajos de investigación que emplearon KA en escuelas primarias, en la asignatura de matemáticas. Todos los estudios se desarrollaron con una metodología cuantitativa. Cada uno de los trabajos de investigación concluyó que el uso de KA favoreció el rendimiento académico de los estudiantes en la comprensión y resolución de problemas matemáticos. Autores como Light y Pierson (2014), Borders (2014) y Murphy et al. (2014) indicaron que el uso de KA incrementó la capacidad de los estudiantes para analizar los problemas matemáticos por su propia cuenta, convirtiéndolos en estudiantes más independientes. El uso de la plataforma no solo incrementó el aprendizaje matemático y la autonomía de los estudiantes, Martin (2013) señaló que la motivación y la confianza también incrementan con el uso de KA y, Borders (2014) mostró que las habilidades creativas de los estudiantes aumentaron. En los estudios anteriores es posible visualizar que la implementación de KA favorece positivamente a los estudiantes en diferentes aspectos al igual que a los profesores. Light y Pierson (2014) reportaron en su estudio que los profesores tuvieron un cambio en sus creencias y mejoraron sus prácticas cuando utilizaron la plataforma.

2.2 Estudios que implementaron el uso de Khan Academy en educación secundaria

Barman (2013) realizó un estudio sobre la evaluación de la eficacia de los videos de KA para la enseñanza de las matemáticas. El estudio tenía como objetivo evaluar la efectividad de los videos de KA para enseñar matemáticas en una escuela secundaria de escasos recursos de Sudáfrica. Los participantes fueron 208 estudiantes de 9° grado de entre 13 y 15 años. Los resultados indicaron que los videos de KA fueron efectivos para enseñar conceptos matemáticos simples a los estudiantes, pero no fueron tan efectivos para enseñar conceptos matemáticos difíciles. El investigador argumentó que los estudiantes tenían una base débil en matemáticas, lo que pudo haber influido en su capacidad para comprender conceptos matemáticos de alto nivel. Por otra parte, los estudiantes calificaron los videos de KA bastante bien y afirmaron que prestan más atención viendo videos que escuchando a un maestro enseñar en clase. De acuerdo con las declaraciones de los estudiantes, el 34% considera que los videos explican muy bien los conceptos difíciles, el 18% indicó que los hizo comprender las matemáticas y el 16% mencionó que disfrutó escuchando la voz y el acento de los videos. Finalmente, este estudio sólo mostró el video una vez, sin embargo, los estudiantes pueden ser más efectivos si se muestran más de una vez o se presentan recursos adicionales.

Por otra parte, Rossel (2015) investigó el uso de KA para reforzar el aprendizaje de matemáticas entre estudiantes de la escuela media con necesidades especiales. El objetivo fue determinar si los estudiantes con discapacidades aprendían contenido matemático utilizando la plataforma. Los participantes fueron estudiantes de secundaria estadounidense de 7° y 8° grado de una clase especial para estudiantes con comportamientos desafiantes. El estudio tuvo un diseño cuasiexperimental. Los resultados indicaron que la atención del estudiante a las tareas mejoró y que se beneficiaron con los tres modelos de instrucción trabajados durante el estudio: asistida por computadora, directa del maestro y asistida por computadora con apoyo de adultos.

Un problema observado fue que los estudiantes con discapacidades tienden a tener un pequeño crecimiento en el aprendizaje en matemáticas. Además, por su condición, algunos estudiantes no podían pedir ayuda y tuvieron un comportamiento negativo. Aunque el estudio estuvo limitado por una pequeña muestra, los resultados respaldaron el uso de KA como herramienta para la instrucción de estudiantes con comportamientos desafiantes.

Bonilla (2016) llevó a cabo una investigación sobre la plataforma KA como herramienta de apoyo a estudiantes. El propósito del estudio fue diseñar una estrategia de enseñanza y aprendizaje mediada por KA para incentivar procesos de trabajo autónomo y colaborativo en estudiantes de séptimo grado. Los participantes fueron estudiantes de séptimo grado del Colegio Altasino en Bogotá, Colombia. La investigación desarrolló un estudio de caso con enfoques cualitativos y cuantitativos. Los resultados muestran que a un 20% de los estudiantes les gustó la aplicabilidad de la plataforma, añadieron que durante la ejecución de KA encontraron un apoyo importante en las actividades (pistas de ayuda y videos de apoyo) logrando entender mejor las dudas que se presentaban. El 60% de los estudiantes afirmó que la plataforma parecía un juego y que eso ayudó a aprender. Cerca del 91% de los encuestados indicaron que el trabajo grupal con la plataforma era adecuado para el estudio de conceptos y el desarrollo de problemas, un porcentaje menor del 10% indicó que sería para el desarrollo de destrezas numéricas.

En el mismo año, Dickinson (2016) realizó un estudio de métodos mixtos. El objetivo fue conocer a profundidad el impacto de KA en el logro y perseverancia del estudiante en matemáticas, así como la pedagogía del maestro. Los participantes fueron 227 estudiantes de 9º grado y 114 estudiantes de 10º grado de tres zonas rurales en el noroeste del Pacífico, en Estados Unidos, así como maestros de dichos grados. Este estudio demuestra que hubo un crecimiento significativo en el aprendizaje en cada nivel de grado en comparación con las normas nacionales, cada una de las tres zonas rurales excedió las normas de crecimiento. Por otra parte, el estudio reveló que KA tuvo la capacidad de llenar vacíos individuales en los estudiantes en diferentes temas. Además, la plataforma les permitió a los participantes practicar actividades para dominar. Las entrevistas revelaron que los maestros y los directores no estaban de acuerdo en si KA

provocaba una incidencia en la perseverancia estudiantil; sin embargo, consideraron que sí hubo un impacto en la confianza de los estudiantes en las matemáticas.

El estudio realizado por Barrett (2018) examinó la relación de KA con el estudiante y el aprendizaje. El objetivo fue examinar la implementación del sitio web en línea de KA como recurso principal para la enseñanza de las matemáticas. Los participantes fueron estudiantes de secundaria de entre 15 y 18 años, matriculados en Álgebra y Geometría de una secundaria de Estados Unidos. Los resultados indican que los participantes lograron un crecimiento promedio de 7.5 puntos en matemáticas. La percepción de los participantes sobre su propio progreso fue positiva, aproximadamente el 88% informaron estar satisfechos con su progreso. Los participantes también expresaron que el uso de la plataforma les ayudó para tomar notas, ver videos y que pedir ayuda les fue útil para progresar. Por otra parte, la plataforma fue un apoyo para los maestros en las instrucciones matemáticas; especialmente en la remediación con estudiantes con altas necesidades de comprensión matemática.

Un estudio reciente realizado por Kelly (2018) investigó el impacto de KA. El propósito fue determinar si el uso de KA como remediación matemática, durante quince minutos por día, podía afectar el logro de matemáticas de los estudiantes. Los participantes fueron 131 estudiantes de noveno grado de dos escuelas secundarias rurales de Virginia Occidental. El estudio fue cuasiexperimental. Los resultados indican que los participantes que usaron KA tuvieron puntajes más altos en las pruebas que los participantes del grupo control. Los resultados muestran que cuando los estudiantes participan en la plataforma para remediar las habilidades matemáticas, después de un tiempo, logran mejorar. Todos los estudiantes tenían alrededor de 86% a 194% de participación en KA, lo que implica que el éxito de la remediación depende directamente de la participación del estudiante. Además, se identificó que el profesor jugó un papel importante para que la remediación académica de los estudiantes fuera exitosa, incluso cuando la plataforma fue usada. El profesor dio a los estudiantes el tiempo que necesitaban en clase para trabajar módulos de KA y motivó a los estudiantes a participar. En los resultados se demostró que del 80% al 95% de los estudiantes pudieron lograr el dominio matemático cuando el profesor le dio tiempo, oportunidades e instrucciones a sus necesidades.

Rodríguez (2018) realizó una investigación con el objetivo de determinar de qué manera influyó KA en la resolución de ejercicios algebraicos en estudiantes. Los participantes fueron 17 alumnos de cuarto grado de nivel secundaria de una institución particular de Lima, Perú. El estudio fue cuantitativo, de tipo preexperimental. Los resultados indican que el promedio de la prueba de inicio aplicada a los participantes fue de 7.41 y, el promedio de la prueba de salida luego de aplicar KA fue de 12.65. Los promedios muestran que la influencia de la plataforma mejoró la resolución de problemas algebraicos en los participantes. Además, se comprobó que los participantes que completaron el 60% de las misiones en la plataforma lograron un crecimiento de 1.8 veces al esperado. De acuerdo con el 95% del nivel de confiabilidad, se concluyó que los participantes adquirieron conocimientos significativos sobre: resolución de ejercicios algebraicos, sucesiones y gráficas de funciones cuadráticas.

Weeraratne y Chin (2018) llevaron a cabo un estudio sobre el impacto de Khan los videos tutoriales de KA en un ambiente de aprendizaje combinado. Los participantes fueron 632 estudiantes de matemáticas que cursaban el noveno grado en Sri Lanka, India. En promedio, los resultados indicaron que el uso de la plataforma aumentó los puntajes de los estudiantes en los exámenes en 3.77 y 3.15 puntos porcentuales en matemáticas. También, se identificó que el uso de KA les proporcionó a los estudiantes indicaciones más realistas sobre la resolución de problemas, incidiendo posiblemente en las mejoras de los estudiantes en los resultados de las pruebas. Un hallazgo importante de este estudio fue que el maestro tuvo una gran influencia en los estudiantes, para que ellos lograran usar la plataforma. El maestro dirigió todas las clases y no necesariamente cambió radicalmente su modelo de enseñanza, solo usaron KA para actualizar sus habilidades pedagógicas y mejorar la interacción con los estudiantes. Los estudiantes mencionaron que les agradó el uso de videos porque podían pausar, mirar y escuchar los tutoriales de KA.

Cordero (2019) realizó un estudio sobre el uso de KA en la competencia matemática. La muestra del presente estudio estuvo conformada por 66 estudiantes de primero de secundaria de Lima, Perú. 32 estudiantes conformaron un grupo experimental y 34 un grupo control. El estudio fue cuantitativo con diseño cuasi experimental. Los resultados determinaron que después de un mes de usar la plataforma, hubo un

incremento de 18.8% en la competencia matemática en el grupo experimental. Se demostró que la plataforma influye en el logro de la competencia en matemáticas, en cuanto a la solución de problemas de forma, movimiento y localización, así lo demuestran las diferencias de la media de 2,38 y de la desviación estándar de 1,448.

En el mismo año, Cuesta y Moreira (2019) realizaron una investigación sobre el uso de KA como refuerzo académico. El propósito de la investigación fue implementar una alternativa metodológica basada en el uso de la plataforma KA para mejorar el rendimiento académico. La muestra para la investigación fue de 15 estudiantes que cursaban el octavo grado en una unidad educativa de Azoga, Ecuador. El estudio fue mixto, con un diseño cuasi experimental. Los resultados evidencian que en promedio el grupo control obtuvo un puntaje de 5.53 y el grupo experimental tuvo 6.46, lo que demuestra una leve mejoría de 0.93 del promedio. Cinco estudiantes estuvieron próximos a alcanzar los aprendizajes de álgebra, 7 alcanzaron los aprendizajes requeridos y 3 dominaron completamente los aprendizajes. Aproximadamente los participantes usaron la plataforma 91 minutos por semana. La participación que tuvieron los estudiantes logró una mejoría en sus procesos cognitivos.

En esta sección se reportaron diez estudios sobre el uso de KA en escuelas secundarias. La mitad de los estudios fueron cuasi experimentales, los demás, se desarrollaron en enfoques mixtos; ninguno de los estudios que se revisaron en esta sección fue totalmente cualitativo. A través de los resultados obtenidos en las investigaciones expuestas, se muestra que la mayoría implementó la plataforma KA en estudiantes para desarrollar diversos temas de matemáticas. Por otra parte, Rossel (2015) implementó el uso de KA en estudiantes con discapacidades y, aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos, se identificó que la plataforma fue útil. Kelly (2018) implementó KA en estudiantes que estaban en remediación académica y los resultados fueron favorables. En este sentido, se asevera que KA no sólo puede emplearse para mejorar el desempeño académico, sino también, entre estudiantes con discapacidades o problemas cognitivos.

Los estudios de Barman (2013) y Weeraratne y Chin (2018) específicamente usaron de KA los videos, con el propósito de evaluar su efectividad para enseñar matemáticas. Ambos estudios afirman que los videos proporcionaron a los estudiantes

una percepción más realista de los problemas, sin embargo, indican que el aprendizaje de los estudiantes puede ser más significativo si se les presentan los otros recursos de KA. Autores como Bonilla (2016) y Barret (2018) usaron todos los recursos de la plataforma y los resultados fueron estadísticamente más significativos.

2.3 Estudios que implementaron el uso de Khan Academy en educación media superior

Cherrez (2017) trabajó en una investigación sobre el uso de KA para contribuir al aprendizaje autónomo de estudiantes de informática. Los participantes fueron 96 estudiantes de segundo semestre de bachillerato que conformaban tres grupos de la especialidad de informática en Babahoyo, Ecuador. Los resultados indicaron que el 86% de los estudiantes respondieron de manera positiva, consideraron que el uso de KA fortaleció el proceso de enseñanza-aprendizaje en informática, el 14% respondió que no. Los participantes consideraron que la auto preparación es una actividad que únicamente la pueden efectuar bajo la inspección del docente, porque el docente posee mecanismos apropiados para desarrollar las tareas. Además, se identificó que la plataforma debe trabajarse en colaboración entre docente-estudiante y a la vez entre estudiante-estudiante, con el fin de solventar entre los propios actores algunas complicaciones del proceso.

Díaz, Flores, Salinas y Jiménez (2018) realizaron un estudio sobre el uso de KA para la comprensión de cálculo diferencial. El objetivo fue implementar la plataforma KA para facilitar la adquisición del conocimiento y, conocer la relación entre el uso de la plataforma con el rendimiento académico de los estudiantes. La muestra utilizada estuvo conformada por 11 estudiantes de quinto semestre de bachillerato, que cursaban la asignatura de cálculo inferencial en un colegio particular de Campeche, México. El estudio realizado fue cuantitativo con enfoque correlacional. Los resultados indican que el 73% de los participantes obtuvieron calificaciones aprobatorias después de usar la

plataforma. De acuerdo con los resultados, el índice de correlación entre el rendimiento académico y el uso de la plataforma fue de 0.678, revelando que la relación es positiva y significativa. Además, los estudiantes mencionaron que el uso de videos fue una opción moderna, creativa y accesible, que les ayudó a resolver sus dudas, destacando también las retroalimentaciones inmediatas.

Tapia (2019) realizó un estudio sobre el poder de KA en el aprendizaje de matemáticas. El objetivo fue determinar la relación que existe entre la frecuencia del uso de la plataforma y los resultados de una prueba de conocimientos. Los participantes fueron 10,905 estudiantes de sexto semestre de 39 planteles del CONALEP en el estado de México. El estudio fue cuantitativo de tipo correlacional-causal. Los resultados muestran que los estudiantes que usaron la plataforma KA “muy frecuentemente”, tuvieron en promedio un desempeño de 43% en matemáticas, 4 puntos porcentuales por arriba de la media. Los estudiantes que usaron la plataforma “frecuente” obtuvieron un desempeño de 41%, 2 puntos porcentuales por arriba de la media. Mientras que los estudiantes que mencionaron “nunca” haber utilizado la plataforma tuvieron 35%, 4 puntos por debajo de la media. Los presentes resultados indican que el uso de KA impactó de manera positiva el desempeño de los participantes en el área de matemáticas de acuerdo con la evaluación aplicada.

En esta sección se reportaron tres investigaciones que usaron KA en estudiantes de bachillerato. Durante la búsqueda de estudios realizados sobre la implementación de KA en educación media superior, se encontraron escasos reportes en este nivel educativo debido a que en su mayoría fueron realizados en educación primaria.

Los estudios emplearon una metodología cuantitativa. Diaz et al. (2018) y Tapia (2019) realizaron investigaciones similares, ambos estudiaron la correlación entre el uso de KA y el rendimiento académico. Los resultados coinciden en que el uso de KA incide en los puntajes de rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas. Por otra parte, Cherrez (2017) propuso en su estudio que la plataforma debe trabajarse bajo la supervisión de un docente. Esta propuesta, debería contemplarse para investigaciones que deseen trabajar con apoyo docente.

2.4 Estudios que implementaron el uso de Khan Academy en educación superior

Schwartz (2013) realizó un estudio sobre la utilización de KA. El objetivo fue examinar el desafío continuo de definir qué significa el aprendizaje desde la perspectiva de las ciencias cognitivas y de aprendizaje, especialmente cuando se desarrolla en entornos en línea. Los participantes fueron instructores pedagógicos y estudiantes de una universidad estadounidense que cursaban materias de ciencias. Los resultados indicaron que KA sustituyó la ilusión por una comprensión más auténtica del proceso de aprendizaje en cinco situaciones: la comprensión depende del conocimiento jerárquicamente organizado, se basa en la experiencia directa, requiere de retroalimentación formativa y es aplicable al contexto. Se identificó que factores como la falta de tiempo o recursos degradan fácilmente la necesidad de andamiaje y de experiencias que les permiten a los estudiantes construir comprensiones complejas. Además, si la pedagogía se basa en falta de tiempo, los estudiantes se vuelven dependientes de los comentarios de instructores para juzgar su éxito en ciencias. Las prácticas en KA crearon condiciones para que los estudiantes se enfocaran en problemas. Por otra parte, la retroalimentación ayudó a ajustar las habilidades de rendimiento y proporcionó un nivel más complejo de comprensión.

Dever, Alayan, Reaves y Ragsdale (2014) realizaron un estudio del aprendizaje en Khan. El objetivo de este estudio fue explorar la eficacia de los videos en KA y examinar el efecto de los videos en el aprendizaje de los estudiantes. Los participantes fueron (n= 31) estudiantes universitarios de pregrado (8 hombres y 23 mujeres) de una universidad privada de artes liberales en el Medio Oeste, Estados Unidos. Los resultados del estudio fueron estadísticamente significativos, confirmaron que los participantes tuvieron un cambio positivo en el aprendizaje de microeconomía después de visualizar videos en la plataforma. Los resultados de los tests aplicados revelaron que los participantes tenían puntuaciones más bajas en el pre-test que en la prueba posterior. Además, los participantes resolvieron el post-test en menor tiempo. En general, los resultados sugieren que puede haber efectos positivos en el aprendizaje cuando se

utilizan videos en entornos educativos bien diseñados y, que el aprendizaje es posible a través de la visualización de videos en KA. Por otra parte, los resultados indican que también se aumenta el aprendizaje cuando el profesor explica de manera grupal e individual los videos a los estudiantes después de haber sido visualizados.

Leony, Pardo, Ruipérez, Arellano y Delgado (2014) elaboraron un estudio basado en modelos para la detección de emociones en la plataforma de KA. El objetivo fue implementar modelos para la detección de emociones que están relacionadas con las ganancias de aprendizaje y con la interacción de la plataforma. Los participantes fueron 44 estudiantes de una Universidad de Noruega. Los hallazgos indicaron que la implementación de los modelos demostró con éxito la factibilidad de implementar los modelos en las emociones de: frustración, confusión y aburrimiento. En un periodo de 10 días los participantes mostraron patrones esperados, como incremento en los niveles de emoción a medida que interactuaban con las actividades en KA. También se descubrió que los participantes tuvieron un ligero incremento en su felicidad a lo largo periodo analizado con la plataforma. El incremento en la felicidad se explica porque los participantes disfrutaban acumular insignias a medida que avanzaban en KA.

Ramírez y Vizcarra (2016) elaboraron un estudio sobre el desarrollo de habilidades matemáticas. El objetivo fue determinar el logro académico derivado del uso de KA en la materia de matemáticas elementales. Los participantes fueron 70 estudiantes de la Licenciatura en educación primaria de una escuela normal de Mazatlán. El estudio fue cuantitativo transeccional. Los resultados indican que el uso de KA en el curso de matemáticas elementales contribuyó de manera significativa en el aprendizaje de los participantes. El desempeño matemático inicialmente tuvo un puntaje de 7.68, pero después de usar KA incrementó a 8.75. En un lapso de seis meses, los estudiantes trabajaron 88 habilidades básicas de matemáticas en la plataforma; al finalizar los participantes alcanzaron a dominar 95.10% de las habilidades. Los estudiantes consideraron útil el curso de matemáticas elementales de KA por las siguientes razones: recordaron conocimientos básicos, los ejercicios reforzaron sus conocimientos y aprendieron cosas nuevas.

En el mismo año, Rodríguez (2016) realizó un estudio sobre el uso de KA como recurso educativo abierto en una clase de Matemáticas. El objetivo fue describir el

impacto del uso de recursos educativos de KA y la manera en que los estudiantes consideran que el uso de los recursos les apoya en el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales (ED). Los participantes fueron 21 estudiantes de un curso de matemáticas de una universidad privada del Norte de México. Los resultados muestran que los participantes en promedio usaron la plataforma entre 120min a 138min. El 81% de los participantes consideró que los recursos de la plataforma les fue útil en el aprendizaje de ED. Además, los participantes indicaron que los tipos de recursos que les generaban mayor valor en su aprendizaje fueron los videos. El 83% consideró que tenían más valor los videos que mostraban algún método de resolución; mientras que para el 17% fueron los videos que les mostraban como practicar ejercicios. Finalmente, el 64.8% indicó que después de la investigación continuó usando la plataforma como material de apoyo para el curso.

Gray, Lindstrom y Vestli (2017) llevaron a cabo un estudio sobre KA como un recurso para maestros antes de servicio. El objetivo fue comparar a dos grupos mediante pruebas de conocimiento acerca de alguna diferencia después de un tratamiento con KA. Los participantes fueron estudiantes de educación matemática que estudiaban la Licenciatura de educación primaria en Estados Unidos. En este estudio se trabajó con dos grupos, 72 estudiantes conformaron un grupo control y 59 estudiantes utilizaron KA. Los resultados indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en cada prueba. En el grupo de KA los estudiantes obtuvieron un puntaje de 28.8 y para el grupo control fue de 31.4. Hubo una mejora significativa en los dos grupos, pero la similitud en los resultados entre ambos fue evidente. A pesar de que los estudiantes trabajaron con 44 actividades, en las que vieron videos o realizaron ejercicios, no hubo una correlación entre el uso de KA con la mejora en la prueba de matemáticas.

Por su parte, Kelly y Rutherford (2017) elaboraron un estudio sobre KA como instrucción suplementaria. El objetivo de la investigación fue examinar el impacto de KA en la comprensión de las matemáticas de los estudiantes y determinar cómo KA y productos similares se pueden utilizar para complementar o suplantar la instrucción en aulas. Los participantes en este estudio fueron estudiantes de séptimo grado durante un período de 4 semanas versus un grupo de control en Estados Unidos. Los resultados

indicaron que al comparar las diferencias entre los estudiantes que tenían matemáticas con la plataforma y los que no tenían, en ambos casos, no se encontró diferencias estadísticamente significativas en los puntajes de las pruebas. Dada la falta de diferencia entre ambos grupos, se consideró que la plataforma solo puede ser una alternativa para la instrucción matemática complementaria tradicional. Finalmente, este estudio se suma a los métodos de recursos educativos abiertos que pueden trabajarse como complemento en clase.

Jara, Cancino y Casillas (2019) realizaron un estudio sobre la integración de KA para la evaluación de matemáticas. El objetivo del estudio fue favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje y disposición del estudiante hacia las matemáticas en ingeniería, a través de la integración de KA como herramienta didáctica. Los participantes fueron dos grupos de ingeniería mecánica del segundo semestre que cursaban la unidad de cálculo integral, de la Universidad de Nayarit, México. Los resultados indican que el 41% de los estudiantes se sintieron motivados para aprender matemáticas cuando usaron la plataforma. El 50% de los estudiantes contestó que la plataforma favoreció en sus aprendizajes en calculo integral. Finalmente, el 75% de los encuestados le asignó una calificación entre 9 y 10, el 25% restante lo calificó entre 7 y 8, lo que implica que la plataforma es una buena herramienta, porque en conjunto la percepción fue positiva.

En esta sección, se reportaron ocho estudios sobre KA implementados en instituciones de educación superior. La mayoría de los estudios fueron cuantitativos y otros con enfoque mixto. Los estudios concluyeron que el uso de KA favoreció el rendimiento académico de los estudiantes. Además, la plataforma sirvió como una alternativa para la instrucción de las asignaturas de álgebra, matemáticas y calculo. El estudio de Kelly y Rutherford (2017) indica que plataforma también sirve como una alternativa para la instrucción de los docentes y puede emplearse como un complemento en las clases. Autores como Leony et al. (2014) y Jara et al. (2019) coincidieron en que los estudiantes se sintieron motivados cuando interactuaban con las actividades en KA. La motivación de los estudiantes es posiblemente un factor que incide de manera favorable en el desempeño matemático.

La revisión de la literatura, realizada en los cuatro niveles educativos, determinó que los estudios que mayormente predominan sobre KA son cuantitativos, seguidos de

estudios mixtos y, en menor número, con enfoque cualitativo. Estos estudios tienen variables diferentes al presente trabajo, se encontró que algunos se orientaron a investigar sobre la motivación, comparaciones de logro, confianza, nivel de habilidad en la materia y reforzamiento matemático; la mayoría de los estudios se enfocaron en el uso de KA como recurso educativo para mejorar el desempeño de los estudiantes en la materia de matemáticas.

La mayoría de los resultados coinciden en que el uso de KA generó un cambio positivo en el aprendizaje. En dos estudios los resultados indicaron que no hubo mejora en el aprendizaje, solo reportaron que sirvió para la enseñanza de conceptos. Por otra parte, en la revisión se identificó que los estudios que implementan la plataforma fueron realizados en diversos países. A pesar de las diferencias educativas, económicas y culturales, los resultados parecen coincidir. Posiblemente, la similitud en los resultados se debe a que la plataforma es novedosa y proporciona diversos recursos a los docentes y estudiantes.

De la revisión de la literatura y hasta dónde pudimos identificar, se determinó que se carece de estudios sobre el uso de KA en la EMS. En la sección de bachillerato solo se reportaron tres estudios, uno de ellos fue realizado en México. A este respecto, se consideró que la realización de esta investigación sumará información sobre el uso de KA en media superior.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Como ya se ha planteado, esta investigación se centra en la implementación del uso de la plataforma KA para desarrollar la competencia matemática. No obstante, es necesario realizar una fundamentación teórica. Para efecto de este estudio, se empleó la metáfora andamiaje propuesta originalmente en un trabajo de Wood, Bruner y Ross (1976) que ilustra los procesos de enseñanza y aprendizaje de las interacciones entre las personas

adultas y los aprendices.

A continuación, se describen los aportes de Wood, Bruner y Ross sobre el andamiaje. Aunado, presentamos una explicación sobre el escenario educativo con andamiaje y conceptos de rendimiento académico, matemáticas y KA.

3.1 Metáfora del andamiaje

Una metáfora es la construcción de una figura retórica en el pensamiento, donde una realidad o concepto se declara mediante otra realidad o concepto diferente; sin embargo, este último tiene un vínculo de semejanza (Johnson, 1987). Por otra parte, Guilar (2009) afirma que un andamio es una estructura sólida que funciona como un sistema de ayuda que le permite a un individuo moverse con seguridad hacia un próximo escalón.

Conociendo ambos conceptos, se deduce que la metáfora del andamiaje es un proceso de control que emplea el profesor para desarrollar en los estudiantes un aprendizaje autorregulado. El profesor implementa durante el andamiaje estrategias, retroalimentaciones y apoyo social, en cualquier momento que sea requerido (Word, Bruner y Ross; 1976). En este sentido, el andamiaje muestra la interacción que se da cuando un profesor apoya mediante andamios a un estudiante a adquirir ciertos conocimientos.

El apoyo gradual que proporciona el profesor incide en la capacidad de los estudiantes para culminar sus objetivos académicos, ya que de otra manera el estudiante no lo podría alcanzar. Esto no quiere decir que el profesor realiza la tarea del aprendiz. Word, Bruner y Ross (1978) indican que el rol del profesor es el de un apoyo que proporciona orientaciones, para que el propio estudiante estructure pensamientos complejos. A medida que el profesor se percata de que el estudiante está logrando ser más competente, éste de manera gradual reduce su ayuda para concederle más responsabilidad y control en la tarea. Cuando el estudiante puede realizar actividades o tareas autónomamente, el andamiaje se vuelve innecesario y se retira.

De acuerdo con López y Hedarich (2010), el profesor debe orientarse en los

siguientes pasos para convertirse en un guía y acompañar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

- Reclutador. En éste se provee de acciones motivacionales para incentivar a los alumnos a adquirir el aprendizaje.
- Simplificador de la tarea. Es decir, que el proceso de aprendizaje sea gradual y regulado.
- Focalizador de objetivos. Con la intención de que se sepa lo que se va a emprender y en el proceso no se aparte de la finalidad que se quiere lograr.
- Resaltador de puntos claves. Con la finalidad de que el aprendiz logre distinguir los aspectos relevantes de los que no lo son tanto durante el proceso.
- Modelizador. En este punto se presentan prototipos o ejemplos para que el alumno razone y realice las tareas.

Como se puede apreciar, el rol del profesor es esencial para llevar a cabo el proceso de andamiaje. Un profesor que desee implementar el andamiaje debe considerar convertirse en un guía para orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula.

Por otra parte, en el proceso de andamiaje se incluye que en el proceso de enseñanza-aprendizaje, son necesarias las prácticas cooperativas en grupo y el trabajo individual, mediados por el apoyo de herramientas tecnológicas o aplicaciones. Según la aseveración de Bruner (1997):

El objetivo de la educación consiste en ayudarnos a encontrar nuestro camino dentro nuestra cultura, a comprenderla en sus complejidades y contradicciones [...] No sólo de pan vive el hombre; ni sólo de matemáticas, ciencias y de las nuevas tecnologías de la información. La tarea central es crear un mundo que dé significado a nuestras vidas, a nuestros actos, a nuestras relaciones (p.10).

De la aseveración de Bruner (1997), parte la importancia de emplear andamios para lograr determinadas herramientas que se usan en la cultura, como la tecnología para la escritura, lectura y la notación de competencias matemáticas.

3.1.1 Escenario de aprendizaje con andamiaje

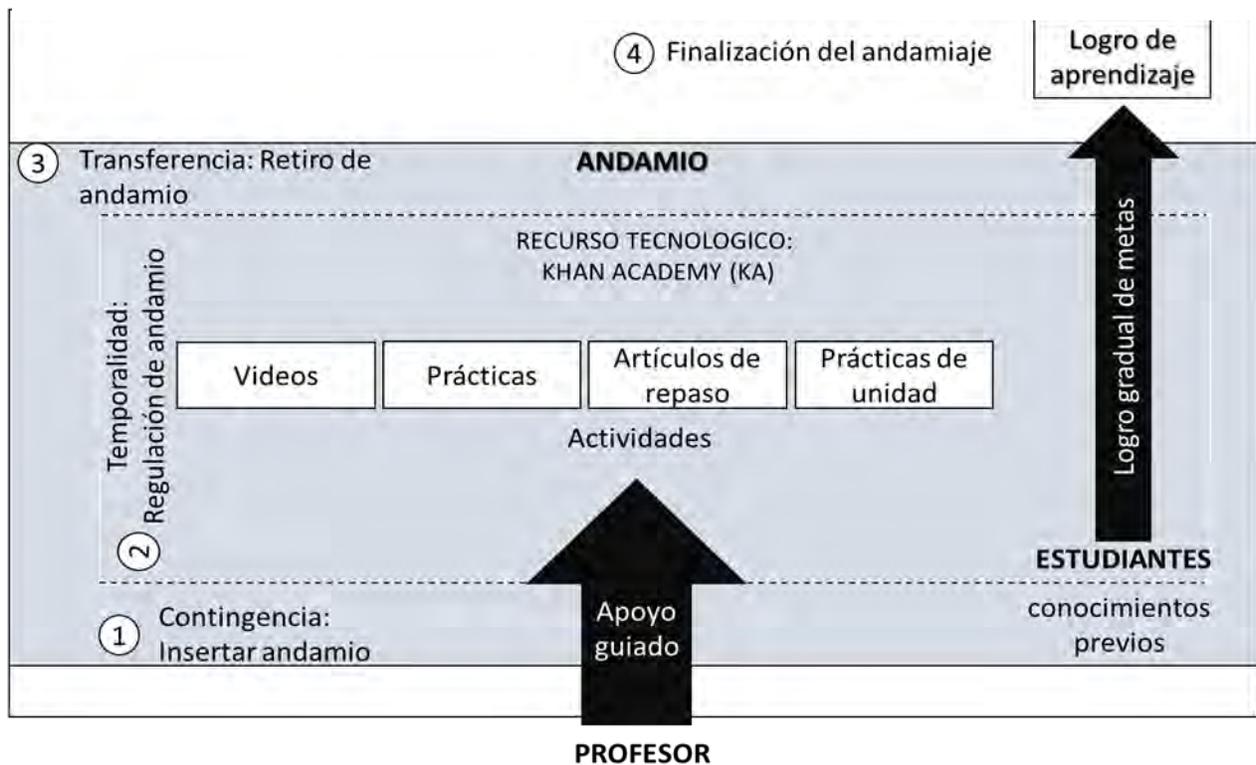
Los escenarios de aprendizaje son un conjunto de actividades, recursos y métodos que reflejan una unidad de aprendizaje o lección (Burgos y Corbalan, 2006). En este sentido, el escenario de aprendizaje con andamiaje está constituido por:

- Profesor. Rol de guía en el proceso de aprendizaje y se constituye en uno de los recursos con que cuenta el estudiante.
- Aprendiz. Como sujeto que se compromete y se siente responsable de su propio proceso de aprendizaje.
- Recurso tecnológico. Contiene un andamiaje que apoya al estudiante para que sea capaz de utilizar eficazmente el entorno computacional y logre las metas de aprendizajes propuestas, ya sea de forma individual o colaborativa.

El escenario de aprendizaje con andamiaje posee dos características importantes: el recurso tecnológico y el rol del profesor. El recurso tecnológico es KA y le brinda al estudiante un conjunto de actividades que le dan la oportunidad de seleccionar una de ellas dependiendo de sus necesidades. A su vez, la plataforma KA ayuda al estudiante a supervisar su nivel de aprendizaje mediante evaluaciones finales de cada unidad de estudio. El rol del profesor está en la capacidad de proporcionar a los estudiantes asesorías específicas, sobre la utilización de la plataforma o sobre el dominio de un conocimiento.

En particular, el escenario de aprendizaje propuesto por Burgos y Corbolan (2016) parte de un modelo genérico. De acuerdo con estos autores, el escenario de aprendizaje se puede utilizar para diseñar patrones de aprendizaje basados en una teoría educativa y pueden ser adaptados en función de las necesidades educativas. En este sentido, para la presente investigación se realizó una adaptación del escenario de aprendizaje propuesto por Burgos y Corbolan (2016) para representar una situación de aprendizaje basada en el andamiaje. El escenario manifiesta el rol del estudiante y del alumno mediante la utilización de actividades y recursos de KA, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Escenario de aprendizaje



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 1, el escenario de aprendizaje muestra que el proceso de andamiaje se realiza en cuatro niveles: 1) La contingencia alude a que el andamiaje inicia cuando el profesor identifica los conocimientos previos que poseen los estudiantes. Después, el profesor procede a insertar el andamio mediante un apoyo guiado, con el fin de que los estudiantes puedan moverse por encima de sus conocimientos previos e iniciar a trabajar con el andamio. A este respecto, el andamio es el recurso tecnológico KA. 2) La temporalidad se refiere a que el profesor regula las actividades de video, prácticas, artículos de repaso y prácticas de unidad de KA a los estudiantes. La regulación de las actividades de KA permite que los estudiantes logren alcanzar gradualmente sus metas de aprendizaje. 3) La transferencia sucede cuando los estudiantes necesitan esporádicamente el apoyo del profesor y las actividades de KA. En este sentido, el profesor comienza a retirar el andamio de KA para que el estudiante por su cuenta guie su propio aprendizaje. 4) La finalización del andamiaje concluye

cuando los estudiantes demuestran por sí mismos lograron adquirir el aprendizaje.

Durante el aprendizaje el profesor y el estudiante desarrollan habilidades para facilitar el proceso de andamiaje. Cabrero (2006) considera que el estudiante debe tener la capacidad de ser eficaz en el uso de la información para dirigir un problema. En este sentido, el estudiante gradualmente logra el liderazgo de su proceso. Cabrero (2006) también considera que los estudiantes que comienzan a tener una educación mediada por las tecnologías deben dejar su faceta de receptor pasivo de la información, y deben cambiar a participantes activos. La educación que emplea tecnologías les brinda la oportunidad a los estudiantes de desarrollar nuevos comportamientos y responsabilidades que los orientan hacia el aprendizaje autónomo.

Zimmerman (2008) define el aprendizaje autónomo como aquellos procesos que permiten a los estudiantes desarrollar habilidades de desempeño académicos a partir de una transformación de sus habilidades mentales. A este respecto, la autonomía se debe desarrollar por los estudiantes con ayuda del profesor por medio del andamiaje. El profesor.

Es evidente que, sin un andamio durante el proceso de aprendizaje, progresar gradualmente no es posible. En este sentido, el andamiaje se reconoce como una situación de interacción, donde el maestro como facilitador potencia la capacidad de construir aprendizajes más complejos a través de actividades que están por encima de la competencia del estudiante, pero en las que podrá participar y desempeñarse sin problema.

3.2 Concepto de matemáticas

La matemática es la ciencia que estudia las cantidades y las formas, sus relaciones, así como su evolución en el tiempo. Según Whitehead (1988) la Matemática, es el desarrollo

del razonamiento deductivo, formal y necesario. Para Murray (2001) la matemática, en sentido estricto, es la ciencia abstracta que investiga deductivamente las conclusiones implícitas en las concepciones elementales de las relaciones espaciales y numéricas. Las matemáticas tienen en su ámbito de trabajo desarrollar las consecuencias envueltas en la definición de un grupo de concepciones analíticas. La interdependencia y la consistencia lógica mutua entre los miembros del grupo es supuesta; de otra forma el grupo deberá ser tratado como varios grupos distintos o estar a fuera del ámbito de trabajo de las matemáticas.

Para efecto de este estudio, se considera a la matemática como el estudio de las relaciones entre las operaciones aritméticas lógicas para deducir cantidades, magnitudes y propiedades desconocidas.

3.3 Competencia matemática

La competencia matemática implica la capacidad de un individuo de identificar y entender el papel que las matemáticas tienen en el mundo, para hacer juicios bien fundamentados y poder usar e involucrarse con las matemáticas. El programa PISA de la OCDE (2018) determina que la competencia matemática se refiere a:

La capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas. Es, por lo tanto, un concepto que excede al mero conocimiento de la terminología y las operaciones matemáticas, e implica la capacidad de utilizar el razonamiento matemático en la solución de problemas de la vida cotidiana (p. 12).

De acuerdo con el término de la OCDE (2018), se entiende que el aprendizaje de las matemáticas debe permitir al estudiante la posibilidad de actuar efectivamente en diversas situaciones de la vida cotidiana. Además, el marco de matemáticas de PISA para el desarrollo de la OCDE (2017) ofrece una explicación de los principales términos y concluyeron que el concepto de “competencia matemática” indica la importancia de

utilizar las matemáticas en una gran variedad de contextos.

Por otra parte, la Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS) publicó un acuerdo que establece las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato (SNB). El acuerdo concibe a la competencia matemática como una competencia disciplinar. “Las competencias disciplinares son las nociones que expresan conocimientos, habilidades y actitudes que consideran los mínimos necesarios de cada campo disciplinar para que los estudiantes se desarrollen de manera eficaz en situaciones a lo largo de la vida” (SEMS, 2008; p.5). En este sentido, la SEMS señala que las competencias disciplinares básicas de matemáticas buscan propiciar el desarrollo del pensamiento lógico y crítico de los estudiantes mediante las siguientes ocho competencias:

1. Construye e interpreta modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos aritméticos, algebraicos, geométricos y variacionales, para la comprensión y análisis de situaciones reales, hipotéticas o formales.
2. Formula y resuelve problemas matemáticos, aplicando diferentes enfoques.
3. Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales.
4. Argumenta la solución obtenida de un problema, con métodos numéricos, gráficos, analíticos o variacionales, mediante el lenguaje verbal, matemático y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.
5. Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento.
6. Cuantifica, representa y contrasta experimental o matemáticamente las magnitudes del espacio y las propiedades físicas de los objetos que lo rodean.
7. Elige un enfoque determinista o uno aleatorio para el estudio de un proceso o fenómeno, y argumenta su pertinencia.
8. Interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos.

En la presente investigación se diseñó una intervención para que los estudiantes desarrollaran la competencia disciplinar número uno: Construye e interpreta modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos algebraicos, geométricos, para la

comprensión y análisis de situaciones reales.

La competencia disciplinar fue tomada del programa de estudios de la asignatura de geometría y trigonometría de segundo semestre del CBTIS, en el tema de ángulos, triángulos y relaciones métricas que se enseña en el segundo bloque de la asignatura.

3.4 Khan Academy

Khan Academy es una plataforma web creada en 2006 por Salman Khan. A manera de representación, el fundador constituye con su apellido a la plataforma. KA sirve para aprender materias como cálculo, álgebra, química, biología, astronomía y finanzas, donde se emplean diversos recursos como ejercicios, videos y repasos.

Tabla 1. Actividades disponibles en Khan Academy

Actividades	Descripción	Características
Videos	<p>Cada video corresponde a un objeto digital de aprendizaje que entre 5 a 15 minutos aborda de manera sencilla, práctica y con ejemplos, algún tópico del currículo de matemática.</p> <p>Visualmente los videos se caracterizan por tener un fondo negro sin nada escrito, y con un puntero el sujeto que está explicando hace escritos y trazos de polígonos con colores que contrastan con el fondo, los colores que mayormente se emplean son el amarillo, rojo y verde fluorescentes. Los videos también están diseñados para poder modificar la velocidad, desde una velocidad lenta de $\frac{1}{2}$ x hasta 2x que es rápido.</p>	<p>Explicativo:</p> <ul style="list-style-type: none">• Introducción a tema: términos y símbolos a emplear <p>Procedimental: serie de pasos a seguir para la resolución de problemas</p> <ul style="list-style-type: none">• Ejemplos: representación de un caso particular que sirve de modelo para casos específicos

Por último, todos los videos tienen iconos externos que permiten visualizarlos de manera personalizada:

1. Guardar como favorito
2. Compartir mediante WhatsApp, Instagram, Bluetooth o correo electrónico
3. Transcripción: permite leer el contenido del video, dando clic en el icono transcribir en modo texto.

Artículos de repaso

Es una explicación concreta de un tema específico que se necesita reforzar o profundizar, presentado en forma de texto con imágenes. Son resúmenes explícitos acompañados con ejemplos. En algunos casos presentan dos ejercicios para poner en práctica lo leído, y en otros invita a tomar la práctica de la unidad o ver un video relacionado con el tema.

Procedimental: aplicación de pasos a seguir para encontrar la respuesta

- Interactivo
- Opción múltiple

Ejercicios de práctica

Es una herramienta que permite practicar las matemáticas al ritmo de los estudiantes, a partir de ejercicios de evaluación adaptativa. Si necesita una pista, cada problema puede ser desglosado paso a paso hasta llegar a su solución.

Los ejercicios de práctica tienen de 4 a 5 problemas para ser resueltos. Hay tres maneras diferentes para resolver los problemas:

1. Interactivo: permite manejar manualmente los polígonos, como ampliarlo, deslizarlo o posicionarlo.
2. Opción múltiple: se presenta el problema para su análisis y sujeto procede a seleccionar una de las cuatro opciones presentadas.
3. Procedimental: se presenta el

problema, pero el sujeto debe resolverlo ahí mismo, para ello puede hacer uso de una calculadora que aparece en la pantalla de KA.

Prueba de unidad

Es un conjunto de actividades trabajadas en la unidad, presentada en un solo ejercicio de evaluación que pone a prueba el nivel de todas las habilidades. Es más extensa que la prueba de práctica, debido a que en la prueba de unidad se presenta problemas de todos los temas. Como máximo hay 7 problemas, los cuales pueden resolverse de las siguientes maneras.

1. Interactivo: permite manejar manualmente los polígonos, como ampliarlo, deslizarlo o posicionarlo.
2. Opción múltiple: se presenta el problema para su análisis y sujeto procede a seleccionar una de las cuatro opciones presentadas.
3. Procedimental: se presenta el problema, pero el sujeto debe resolverlo ahí mismo, para ello puede hacer uso de una calculadora que aparece en la pantalla de KA.

Procedimental: aplicación de pasos a seguir para encontrar la respuesta

- Interactivo
- Selección de opción múltiple

Fuente: elaboración propia.

La plataforma incluye materiales para guiar a los maestros, tutores y padres, sobre cómo usar KA con el fin de guiar el proceso de aprendizaje de sus alumnos o hijos y permite a los usuarios diseñar y asignar contenidos. La plataforma tiene cuatro sistemas o modelos de implementación que frecuentemente son usados por los maestros: 1) es dirigida para implementarse en sesiones en clase, donde se asignan un conjunto de problemas de KA para practicar el tema del día, 2) es el repaso de temas, aquí el profesor determina varios

recursos para que los alumnos los completen y revisen al final de una unidad, con el fin de reforzar algunos temas, 3) es para fijar tareas, es decir, se dejan videos, artículos y conjuntos de problemas para que los estudiantes los completen después de clase, 4) se emplea como prácticas auto dirigidas, y permite que los alumnos sigan una ruta individualizada por medio de una misión completa de matemáticas, donde el profesor hace una serie de recomendaciones sobre actividades a realizar o visualizar.

Khan Academy puede ser un elemento de apoyo tanto para el profesor que desea cambiar su dinámica de clase, como para estudiantes que tienen otras maneras de aprender en tanto que provee actividades visuales o interactivas que facilitan la comprensión de un tema. Para fines de este trabajo de investigación, se consideró apropiado implementar la plataforma vinculada a la clase, porque se caracteriza por estar directamente relacionada con las planeaciones del día y con los temas establecidos en la secuencia didáctica, permitiéndole a los estudiantes realizar ejercicios en el aula. La ventaja de esta implementación seleccionada es que el profesor puede ser un elemento de apoyo cuando los estudiantes presenten alguna duda o dificultad en alguna temática.

3.4.1 El profesor en Khan Academy

Los beneficios que ofrece la plataforma en las estrategias docentes son elementales para determinar la funcionalidad que está tendrá en la asignatura. KA presenta tres estrategias que pueden ser empleadas por el profesor, las cuales son las siguientes:

- **Práctica guiada:** En este modelo, los maestros usan KA como una herramienta de práctica regular. Es importante que el uso de la plataforma sea parte de la rutina de los estudiantes. En la práctica guiada, el maestro tiene en cuenta su plan de enseñanza; es decir, los contenidos que se estudiarán en el salón de clases. Después de revisar los componentes teóricos de las lecciones, los estudiantes pueden realizar actividades de libros de texto y otras actividades preparadas por el maestro.

- **Práctica personalizada:** El maestro circula por la sala y ofrece ayuda individual mientras los estudiantes practican. Al final de la clase, el maestro realiza una actividad para que los estudiantes reflexionen sobre lo que fue fácil o difícil y poder establecer nuevos objetivos de aprendizaje.
- **Revisión:** En este modelo, los maestros usan KA para revisar el contenido y practicar los conceptos antes de las evaluaciones o al final de un ciclo (un bimestre o año escolar, por ejemplo). Es importante que el maestro les comunique a los estudiantes cuándo se llevará a cabo la revisión y si se necesita una preparación previa. Es recomendable que pida a los estudiantes que lean sus notas o algún capítulo del libro de texto para facilitar la revisión.

La estrategia docente empleada para esta investigación es la práctica guiada, en tanto que la principal característica de la intervención será trabajar totalmente en clase. En cada sesión de clase, los estudiantes trabajaran con las actividades asignadas por el profesor.

CAPÍTULO IV. MARCO TEÓRICO CONTEXTUAL

4.1 Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 253

El Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS) plantel 253 es una institución de educación media superior dependiente de la Secretaría de Educación Pública, localizado en Chetumal, Quintana Roo.

El CBTIS 253 fue fundado el 1 de septiembre de 1993. El plantel se ubica en la Colonia Solidaridad de Chetumal, Quintana Roo. La zona se caracteriza por tener

influencias de clase social media baja, por lo que el plantel 253 presenta índices altos en la captación de alumnos dentro de todas las escuelas de EMS del municipio. El CBTIS 253 acepta a 450 alumnos por ciclo escolar y ofrece a sus estudiantes educación técnica. Actualmente, el CBTIS 253 oferta las siguientes especialidades técnicas.

- Administración de recursos humanos
- Preparación de alimentos y bebidas
- Laboratorio clínico
- Informática

De acuerdo con los datos de la institución, el plantel cuenta con 1,281 estudiantes matriculados, repartidos en 27 grupos en el turno matutino y vespertino que cursan alguna de estas especialidades técnicas.

4.2 La asignatura de Geometría y Trigonometría

La asignatura Geometría y Trigonometría pertenece al campo disciplinar de matemáticas. Se imparte en el segundo semestre del Bachillerato Tecnológico durante 4 horas a la semana. De acuerdo con el programa de estudios de la asignatura de Geometría y Trigonometría (2018), emitido por la Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS), la asignatura es la segunda del conjunto de cuatro. La asignatura que le antecede es Álgebra, y la siguiente es Geometría analítica; con esta secuencia el bachillerato busca favorecer la competencia matemática que se plantea en el perfil de egreso.

Las temáticas de la asignatura de Geometría y Trigonometría I están enfocadas en proporcionar experiencias sobre el espacio físico. Particularmente, en longitudes, áreas y volúmenes con fuerte contenido geométrico, algebraico y numérico. En este sentido, se estudian temas como la congruencia y semejanza, así como los ángulos y el estudio de teoremas generales.

Además, la asignatura de Geometría y Trigonometría forma parte del área de

formación básica, y tiene como finalidad desarrollar las competencias genéricas que implican el desarrollo y uso estratégico de conocimientos, habilidades y actitudes relacionadas con ramas del saber específico, ya sean científicas, humanísticas, artísticas o tecnológicas. Los saberes le ofrecen al estudiante interpretar la realidad de manera racional, actuar sobre ella y transformarla; así como identificar problemas de la vida cotidiana y proponer alternativas de solución.

El programa de estudios del CBTIS (2018) indica que la asignatura Geometría y Trigonometría permite a los estudiantes desarrollarse en los ámbitos de su perfil de egreso. En este sentido, el curriculum de la institución busca desarrollar competencias que habilitan al estudiante a pensar críticamente, plantear y resolver problemas, modelar matemáticamente, razonar, representar entidades matemáticas, utilizar los símbolos matemáticos, emplear ayudas y herramientas tecnológicas. Como se muestra en la figura 2 los aprendizajes claves orientan al estudiante a adquirir conocimientos esenciales para la vida.

Tabla 2. Aprendizajes clave de la asignatura de Geometría y Trigonometría

Eje	Componente	Contenido central
Del tratamiento del espacio, la forma y medida, a los pensamientos geométricos y trigonométrico	Estructura y transformación: elementos básicos de Geometría. Trazado y angularidad: elementos de la Trigonometría plana.	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos fundamentales del espacio y la forma, “lo geométrico”. • El estudio de las figuras geométricas y sus propiedades. • Tratamiento de las fórmulas geométricas para áreas y volúmenes. • Tratamiento visual de las propiedades geométricas, los criterios de congruencia y semejanza de triángulos. • Conceptos básicos de lo trigonométrico. • Usos y funciones de

las relaciones trigonométricas en el triángulo.

- Funciones trigonométricas y sus propiedades.
 - Medidas de ángulos y relaciones trigonométricas.
 - Del circuito unitario al plano cartesiano. Una introducción de las razones de magnitudes a las funciones reales.
-

Fuente: Programa de estudios del competente básico del marco curricular común de la educación media superior (2018).

La programación semestral de la asignatura es obligatoria y esencial para todos los estudiantes.

4.3 Procedimiento de muestreo

Se trabajó con un grupo de segundo semestre que cursaba el segundo semestre de Geometría y trigonometría, los estudiantes tenían entre 15 y 16 años, todos cursaban la especialidad de laboratorio clínico. El grupo contó con 56 estudiantes inscritos que cursan la asignatura. Posteriormente de ese grupo se seleccionaron solo a 15 participantes que tenían las calificaciones más bajas.

En este sentido, se usó un muestreo por conveniencia, el cual es un método no probabilístico que consiste en seleccionar a los participantes que le convienen al investigador para la muestra.

La presente investigación no contó con la colaboración del profesor debido a que era una persona de la tercera edad y tenía problemas auditivos, por esta razón el

profesor no considero pertinente participar en la intervención. La propia investigadora fue la persona a cargo de trabajar con la muestra de 15 estudiantes para usar KA. Específicamente, en la presente investigación se trabajó con los aprendizajes claves de los bloques I y II.

CAPÍTULO V. METODOLOGÍA

Debido a que el objetivo de esta investigación era intervenir para generar un cambio en un contexto educativo determinado, se determinó que el enfoque más adecuado era el cualitativo de tipo investigación-acción (Blasco y Pérez, 2007). A continuación, se describen las principales características del método de investigación propuesto, el proceso de la investigación acción, los participantes, los instrumentos para la recolección de datos, el procedimiento del análisis de los datos y las características de la validez de los resultados.

Blasco y Pérez (2007) señalan que la investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural y la manera en la que sucede; identifica e interpreta los fenómenos de acuerdo con las personas implicadas. Hernández, Fernández y Baptista (2010) indican que la investigación acción tiene la finalidad de comprender y resolver problemas específicos. Se centra en transformar la realidad social y crear conciencia entre los individuos sobre la necesidad de mejorar. A este respecto, la presente investigación se enfoca en mejorar la competencia de contribuir e interpretar modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos algebraicos, geométricos, para la comprensión y análisis de situaciones reales en los estudiantes de la asignatura de Geometría y Trigonometría.

5.1 Investigación acción

El proceso de la investigación acción está estructurado por ciclos y se caracteriza por su flexibilidad, puesto que es válido e incluso necesario realizar ajustes conforme se avanza en el estudio, hasta que se alcanza el cambio o la solución al problema. De acuerdo con Kemmis (1984), la investigación acción es una forma de indagación autorreflexiva realizada por quienes participan en el proceso de la investigación, es decir, se influencia también por aspectos y situaciones sociales para mejorar la racionalidad y la justicia de sus propias prácticas sociales o educativas, su comprensión sobre las mismas y las situaciones e instituciones en las que estas prácticas en la que se emplean.

Herr y Anderson (2004) indican dos tipos de investigación acción: la investigación acción participativa (IAP) y la investigación acción hecha por profesionales (Investigación acción-docente). La primera se refiere a que la investigación es realizada por un investigador que esta fuera de la institución, en la mayoría de los casos es un investigador invitado. Mientras que el segundo tipo de investigación se realiza por docentes que forman parte de la institución. Ambos tipos de investigaciones concuerdan en generar conocimiento con las intervenciones. Para la presente investigación, se trabajó la IAP, porque el investigador es alguien externo de la institución y consideró durante todo el proceso trabajar junto con los participantes.

Como ya se ha planteado anteriormente, la investigación acción pretende, mediante la intervención, mejorar las prácticas sociales o en su caso el contexto educativo. No obstante, para que esto sea llevado a cabo, es ineludible el diseño de actividades y estrategias para emplearlas en la acción. Como menciona el modelo de Kemmis (1998) la investigación acción es un proceso sistemático de aprendizaje que debe pasar por cuatro fases: la planificación, acción, observación y reflexión.

5.2 Las características de la acción

La acción en esta investigación es vital para darle sentido al trabajo. La acción fue planificada para realizarse en tiempos tentativos para estar libre de modificaciones. McNiff (1996) indica que para la acción se tienen que considerar tres características que deben acontecer durante la intervención: la acción informada, comprometida e intencionada.

La primera, alude a la acción informada y se refiere a averiguar sobre el proceso mismo de la acción. Es decir, inspeccionar incluso otras vertientes latentes de la investigación para reducir el riesgo, así como tener la noción de otras opiniones y, grosso modo, comprender el porqué de las acciones. La segunda, es la acción comprometida y establece que se debe tener responsabilidad en la acción por lo que el investigador debe estar consciente de su actuar y saber de antemano el compromiso que requerirá durante todo el proceso. La última característica es la acción intencionada, y se refiere a que la acción siempre estará dirigida a proporcionar una mejora ante una problemática existente.

Las tres características que deben suceder en la acción propuestas por McNiff (1996), orientan a la presente investigación de la siguiente manera: La acción informada indica que es necesario considerarla como un aspecto esencial, porque sirve de argumento para las acciones a emplear e incluso tomar como referencia la literatura encontrada sobre la implementación de KA. Además, la información recolectada sirve para avalar la acción, así como considerar la influencia de otros factores como la disposición al trabajo, autoestima y autonomía como la plantean las investigaciones previas, y a partir de ello tener claro los riesgos que puedan presentarse. En cambio, la acción comprometida reafirma el compromiso existente de mejorar una problemática. En este sentido, se reitera el compromiso de llevar a cabo la acción para la mejora del desempeño académico en matemáticas. La acción intencionada al concebir el deber de adecuar la plataforma KA para la implementación y lograr la intención de mejora.

5.2.1 Control de la acción

Para la realización de la acción se debe llevar un orden, tanto en el momento del acto como en la producción de los datos que resulten. Con el fin de llevar un control de la acción y de los datos que se generen durante el proceso de esta investigación, se usaron técnicas como la observación y el diario de campo.

Observar el proceso del plan que se está llevando a cabo, puede servir para detectar si se está generando una mejora. En este sentido, se utilizó una guía para registrar dicho proceso. Además, la observación sirve para “reflexionar, evaluar y explicar lo ocurrido” (Latorre, 2003; p. 49). Para realizar el acto de observar Kemmis (1998) indica que hay tres formas de acción en la observación para propiciar la producción de la información.

La primera es auto observar la propia acción, para su realización es necesario partir de la intención. En este caso la intención es mejorar la competencia matemática y para registrarla se llevó un diario de campo en cada sesión de clase. La segunda es supervisar la acción de otras personas, por lo tanto, durante la intervención se hicieron anotaciones respecto de las charlas de estos participantes. La tercera es supervisar las conversaciones críticas sobre la investigación, en este sentido, se tomaron la crítica obtenida de las pláticas realizadas durante todo el proceso con los participantes de la acción, los cuales son los alumnos y el profesor.

La realización de estos actos de observación durante la acción proporcionará información para distinguir si hay o no alguna mejora. Por otra parte, para evaluar el impacto de la acción y con la finalidad de otorgar una evidencia de esta se hizo una prueba de conocimiento en la etapa inicial y final.

Para evaluar si se ha logrado una mejora se procedió a recoger información con la observación de la acción, así como transcribir fragmentos de las charlas del profesor y los alumnos mediante el diario de campo. Posteriormente, se identificaron las actividades en las cuales la competencia matemática tuvo mejora, apoyado también de las charlas que los participantes tengan al respecto y la prueba de conocimiento que deberá acoplarse con la preocupación inicial de la investigación.

A manera de argumentar la evidencia sobre si la acción ha tenido mejora, se consideró aparte de la prueba de conocimiento aplicada por el profesor, el logro de la resolución de los problemas que se encuentra en cada tema de la plataforma KA, las calificaciones obtenidas en los ejercicios o, en su caso, si los estudiantes requirieron del

uso de cierto número de pistas para su culminación. Esto fue registrado con fechas y codificaciones. Como indica Kemmis (1998), es pertinente tomar a un grupo pequeño de alumnos que conforman el grupo para que lleven un registro propio desde el inicio de la intervención. Al respecto, los participantes de la intervención durante toda la intervención llevaron un registro de sus avances de la asignatura.

5.3 Selección de técnicas para la recolección de datos

Existen maneras tradicionales de recoger la información, para esta investigación la recogida de datos se obtuvo mediante las siguientes técnicas:

- Prueba de desempeño. Se aplicó un instrumento de evaluación para identificar el estado de conocimientos de los participantes antes de la intervención.
- Diario del investigador. Fue un registro escrito hecho por el investigador para describir (la propia acción, la reacción de los estudiantes y la relación que se dé durante la intervención entre el profesor y el alumno).
- Videos. Se realizaron grabaciones del uso de la plataforma KA en el escenario de aprendizaje.
- Diario de un grupo pequeño de alumnos. Los participantes llevaron un registro de cómo la situación ha cambiado y si se ha producido una contribución en sus competencias.
- Segunda prueba de desempeño. Se aplicó el instrumento de evaluación al final de la intervención para ver si se había generado un cambio.

5.3.1 Prueba de desempeño

La prueba de desempeño que se utilizó para aplicársela a los participantes de esta investigación fue retomada de la prueba PISA 2012, específicamente se utilizó solo la categoría tres (espacio y forma) porque coincidía con los conocimientos del contenido temático de la asignatura de Geometría y Trigonometría. La prueba estaba construida por quince ejercicios que no solo evaluaban la memorización sino fundamentalmente las habilidades de comprensión, análisis, reflexión, abstracción e integración de la información.

La prueba se aplicó con la finalidad de identificar el nivel de conocimientos que poseían los participantes sobre ángulos, triángulos y relaciones métricas. La evaluación se aplicó al inicio de la investigación y al finalizar la intervención. Al inicio los resultados arrojaron que los participantes tenían niveles bajos de conocimientos sobre el tema. La información de la primera aplicación sirvió para fundamentar la necesidad de realizar una investigación acción con los participantes que presentaban dificultades en matemáticas.

La segunda aplicación de la prueba sirvió para identificar si los participantes habían obtenido alguna mejora después de haber trabajado durante 14 clases con la plataforma KA y el andamiaje.

5.3.2 Diario del investigador

Para recolectar información durante la intervención, el investigador redactó un diario con base en las observaciones de 14 sesiones de clase. En este periodo se registró el proceso de la intervención, proporcionando de esta manera el estado de la acción.

El diario que realizó el investigador consistió en registrar por fechas las conversaciones relevantes que hicieron los participantes para el investigador, así como tomar registro de su rol como profesor durante el proceso de andamiaje, la relación entre el profesor, participantes y KA. El diario del investigador sirvió para identificar el rol del profesor, y la importancia de este antes, durante y después del andamiaje.

5.3.3 Diario de un grupo pequeño de alumnos

Este diario lo realizaron los participantes de la investigación; también se le reconoce dentro de los documentos oficiales (Latorre, 2003). Para fines de este estudio, se empleó el documento sugerido por el investigador. Se solicitó a un grupo pequeño de alumnos que conforman el grupo para que describieran sus experiencias personales durante la acción. Los participantes redactaron durante 11 sesiones las emociones, vivencias y explicaciones que vivieron durante la intervención. El diario de un grupo pequeño sirvió para identificar las actividades a la que mejor respondieron en KA, sus emociones durante la intervención, así como la frecuencia de la solicitud de apoyo hacia el profesor.

5.3.4 Grabaciones de video

Durante el periodo de la intervención se realizaron grabaciones de las sesiones de clase en formato de video. De acuerdo con Latorre (2003) las grabaciones se hicieron mientras el profesor y el alumno realizaban sus actividades de clase, con el fin de obtener información para el análisis de la intervención.

Las grabaciones proporcionaron información sobre la interacción de los participantes con el investigador y la plataforma KA, así como el comportamiento de los estudiantes durante cada clase.

A continuación, se presenta el cronograma realizado para la acción de la investigación considerando los instrumentos que se emplearon durante el periodo de intervención.

Tabla 3. Cronograma de la intervención

Actividad	Duración	Instrumento para registro de información
Etapa 1		1 semana
Evaluación inicial	Primera clase	Prueba de conocimientos
Observación del primer acercamiento con la aplicación a partir de la instalación. -Participación de los estudiantes sobre el tema	Segunda clase	Diario de campo del investigador
Etapa 2. Andamiaje		2 semanas
-Reproducción de videos y resolución de ejercicios en la plataforma	Tercera clase	-Grabación de video
	Cuarta clase	-Diario del investigador
-Observación de la interacción y apoyo del profesor- alumno	Quinta clase	-Diario del grupo pequeño de alumnos sobre su propio proceso
	Sexta clase	
Etapa 3. Regulación del andamiaje		2 semanas
-Reproducción de videos y resolución de ejercicios en la plataforma	Séptima clase	-Grabación de video
	Octava clase	-Diario del investigador
-Observación de la interacción y apoyo del profesor- alumno	Novena clase	-Diario del grupo pequeño de alumnos sobre su propio proceso
	Decima clase	
Etapa 4. Retiro de Andamio		2 semanas
Resolución de ejercicios en la plataforma	Onceava clase	-Diario de campo del grupo pequeño de alumnos
	Doceava clase	
	Treceava clase	-Grabación de video (10 min).
		-Diario del investigador

Fuente: Elaboración propia

5.4 La reflexión

La reflexión es la última fase del proceso que se debe seguir para llevar a cabo una investigación acción. Sin embargo, esto no implica que se realice hasta el final, la reflexión se puede realizar durante el proceso, se trata de una reflexión escrita respecto de la acción realizada en clase. A este respecto, en esta investigación se hizo una reflexión de todos los instrumentos de recolección de datos utilizados durante la intervención.

En total se realizaron cinco reflexiones, cada una enfocada a responder cada pregunta de investigación. Las reflexiones se realizaron mediante la recopilación de la información, posteriormente se subrayaron las ideas más relevantes y se categorizaron en cuadros.

5.5 Prototeorías

Perales (2013, 2016) indica que la investigación acción se puede complementar con elementos de la investigación basada en diseño (IBD) del modelo propuesto de Elson (2002). El modelo de IBD consiste en realizar descripciones teóricas iniciales sobre el diseño, resultados esperados y los instrumentos, con el fin de identificar las características del proceso de la intervención. Cabe mencionar que las descripciones teóricas del IBD se le conocen también como prototeorías.

Las prototeorías se crean de un conjunto de enunciados teóricos, con la finalidad de explicar la problemática que se identificó en el análisis de necesidades. El análisis de necesidades se realizó en el CBTIS 253. Se buscó identificar necesidades de aprendizaje y normativas, identificadas en la literatura y observadas empíricamente. Para esto último, los métodos que se emplearon en primera instancia fueron tres: Pre-test, Pos-test y EXANI-I, estos se aplicaron a los aspirantes de nuevo ingreso. En los resultados de las pruebas indican los estudiantes habían tenido calificaciones bajas.

Los instrumentos no requirieron de validación debido a que son pruebas establecidas. El pre-test y Pos-test de la evaluación diagnóstica están a cargo de la Coordinación Sectorial de Desarrollo Académico (COSDAC) que apoya en este sentido a la educación media superior. Mientras que el Examen Nacional de Ingreso a la Educación Media Superior (EXANI- I) es una prueba de conocimientos y habilidades que emite el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL).

Posteriormente, se complementó con otro método otorgado por la institución, que consistió en las calificaciones de primer y segundo parcial del primer semestre de la materia de matemáticas. La revisión de las políticas educativas que en este caso fue el programa de estudios de la asignatura de Geometría y Trigonometría arrojó las siguientes necesidades normativas: se debe aplicar el uso de lo geométrico y trigonométrico en una diversidad de contextos, en el modelaje de fenómenos, planteamiento y solución diversas situaciones de su contexto con el uso de las TIC y el trabajo colaborativo.

En este sentido, se establecen tres tipos de prototeorías: la primera se refiere a las prototeorías de necesidades de aprendizaje, en esta las descripciones teóricas se sustentan en marcos teóricos o de información basada en la revisión de la literatura acerca de los retos que enfrentan los involucrados en la problemática. La segunda son las prototeorías de resultados de aprendizaje, que se realiza mediante enunciados fundamentados en la teoría para describir el cambio de aprendizaje que se propone alcancen los involucrados en la investigación. El último tipo son las prototeorías instruccionales y se basa en redactar los enunciados de una manera más exigente que las dos anteriores, la prototeoría instruccional en la investigación acción pretende detallar mediante una explicación escrita los medios que se emplearán para pasar de una

necesidad a un cambio después de la intervención.

En la tabla 4, se presentan los tres tipos de prototeorías: necesidades de aprendizaje, resultados de aprendizajes e instruccionales, que fueron diseñadas para la presente investigación.

Tabla 4. Prototeorías de la investigación

Prototeorías de necesidades de aprendizaje	Prototeorías de resultados de aprendizaje	Prototeorías instruccionales
Dificultades para identificar la clasificación y uso de las propiedades de los números reales en operaciones trigonométricas	Construcción de la clasificación y uso de las propiedades de los números reales mediante operaciones trigonométricas presentes en su contexto	Presentación de la clasificación de los números reales y sus propiedades Interacción de operaciones trigonométricas sobre números reales
Dificultades para identificar las propiedades geométricas	Construcción de habilidades propias en la resolución de problemas con propiedades geométricas	Presentación de las propiedades geométricas
Dificultades para usar adecuadamente los criterios de congruencia de triángulos	Construcción de habilidades propias para identificar los criterios en triángulos	Presentación de los criterios de congruencias con ejemplos de triángulos
Dificultades para construir conocimientos de resolución de operaciones con semejanzas de triángulos	Sustituir por procedimientos interactivos propios del nivel media superior	Implementación de andamiaje profesor-Khan Academy
Dificultades para resolver procedimientos geométricos y trigonométricos para selección de alternativas de solución.	Substitución de ideas erróneas sobre procedimientos geométricos y trigonométricos a alternativas de solución de problemas.	Uso de audios, visuales y explicación sobre los procedimientos adecuados.

Fuente. Elaboración propia

5.6 Secuencia de actividades

En la tabla 5 se presenta la secuencia de actividades que se programó para realizarse en la intervención. La secuencia se estructuró basada en las fechas de las sesiones de clase, en cada una se contempló un objetivo por cada actividad y productos de aprendizaje.

Tabla 5. Secuencia de actividades

Fecha	Objetivo de aprendizaje	Actividad	Producto de aprendizaje
Etapa 1. Diagnóstico			
12 de marzo de 2019	Identificar el grado de conocimientos sobre triángulos y ángulos antes de la intervención	El alumno responde la prueba de conocimientos	Prueba de conocimientos
14 de marzo de 2019	Instalar el programa Khan Academy	El alumno instala el programa en su dispositivo móvil y realiza ejercicios de prueba	Creación y realización de primer trabajo de prueba en la aplicación
Etapa 2. Andamiaje			
19 de marzo de 2019	Analizar el tratamiento visual de las propiedades geométricas, los criterios de congruencia y semejanza de triángulos	El alumno analiza las propiedades geométricas, los criterios de congruencia y semejanza de triángulos	Realización de los ejercicios en la plataforma
21 de marzo de 2019	Geometría. Analizar y distinguir las Congruencias de triángulos	El alumno analiza las Congruencias de triángulos mediante los vídeos de KA	Realización de los ejercicios en la plataforma
26 de marzo de 2019	Geometría. Aplicar los conocimientos de	El alumno resuelve los ejercicios sobre	Puntaje obtenido al terminar los

	congruencias resolviendo los ejercicios en el programa KA	Congruencias en el programa KA	ejercicios
28 de marzo de 2019	Geometría. Analizar y distinguir las Semejanzas de triángulos	El alumno analiza las Semejanzas de triángulos mediante los vídeos de KA	Realización de los ejercicios en la plataforma

Etapa 3. Regulación del andamiaje

2 de abril de 2019	Geometría. Aplicar los conocimientos de semejanza resolviendo los ejercicios en el programa KA	El alumno resuelve los ejercicios sobre semejanzas en el programa KA	Puntaje obtenido al terminar los ejercicios
4 de abril de 2019	Aprender la trigonometría y sus propiedades. Introducción al Teorema de Tales de Mileto	El alumno conoce la trigonometría y sus propiedades mediante los vídeos de KA	Realización de los ejercicios en la plataforma
9 de abril de 2019	Trigonometría. Analizar y aplicar los conocimientos de medida de ángulos en la trigonometría	El alumno analiza y resuelve la medida de ángulos en la trigonometría mediante videos y ejercicios de KA	Puntaje obtenido al terminar los ejercicios
11 de abril de 2019	Trigonometría. Analizar y aplicar las razones trigonométricas de ciertos ángulos	El alumno analiza y resuelve razones trigonométricas de ciertos ángulos mediante videos y ejercicios de KA	Puntaje obtenido al terminar los ejercicios

Etapa 4. Retiro del apoyo de andamiaje

30 de abril de 2019	Aplicar los conocimientos sobre funciones trigonométricas en el triángulo	El alumno conoce y resuelve las funciones trigonométricas en el triángulo mediante videos y ejercicios de KA	Puntaje obtenido al terminar los ejercicios
2 de mayo de 2019	Aplicar los conocimientos sobre medidas de ángulos y relaciones trigonométricas	El alumno conoce y resuelve las medidas de ángulos y relaciones	Puntaje obtenido al terminar los ejercicios

7 de mayo de 2019	Aplicar los conocimientos resolviendo ejercicios finales sobre usos y funciones trigonométricas	trigonométricas mediante videos y ejercicios de KA El alumno entra a la aplicación KA y resuelve los ejercicios finales de usos y funciones trigonométricas	Puntaje obtenido al terminar los ejercicios
9 de mayo de 2019	Identificar el grado de conocimientos sobre triángulos y ángulos después de la intervención	El alumno responde la prueba de conocimientos	Realización de la prueba de conocimiento

Fuente: elaboración propia

5.7 Método de análisis de datos

El método de análisis de datos que se usa es la codificación cualitativa dirigida. De acuerdo con Hsieh y Shannon (2005), el método de análisis comienza con categorías predeterminadas a partir de una teoría, que permite la generación de otros códigos. Uno de los principales propósitos de la presente investigación al implementar la codificación cualitativa dirigida, el procedimiento de análisis se basó en explorar los datos, describir las experiencias de los participantes y comparar los datos con la metáfora del andamiaje.

El análisis de la información incluyó los documentos escritos tales como las pruebas de conocimientos, diarios del grupo de estudiante, diario del investigador y transcripciones de las grabaciones de clase. La información recolectada con los instrumentos anteriormente mencionados fue codificada de acuerdo con los principios elementales de la metáfora del andamiaje propuesta por Wood, Bruner y Ross (1976), y conformada en las siguientes familias:

- Nivel de conocimientos iniciales
- Actividades en KA
- Participación y comportamiento de estudiantes

- Percepción de logro
- Nivel de interactividad en KA
- Rol del profesor
- Nivel de conocimientos finales
- Aprendizajes de la investigadora

5.8 Estrategia de validez

Yin (2011) señala que los criterios de validez en la investigación son los que se han recopilado e interpretado correctamente, de modo que las conclusiones reflejan con precisión y representan el mundo real o laboratorio que se estudió.

La investigación acción busca intervenir y cambiar las cosas. En ese sentido, es necesario regir la investigación mediante criterios de validez. Herr y Anderson (2004) aportan cinco criterios de validez, los cuales son: resultado, proceso, democrático, catalítico y dialógico que se relacionan directamente con los objetivos del trabajo.

La primera es la validez de resultado que trata de la prueba exitosa obtenida durante el proceso y sobre los datos que resultaron de la investigación; sin embargo, a menudo replantea el problema y esto conduce a crear nuevas preguntas. La segunda, es la validez del proceso que se conjuga en cierto punto con la anterior, porque durante el proceso si algo resulta fallido, este se reflejará en el resultado. En este sentido, durante el proceso se debe hacer una reflexión sobre los supuestos. El tercero es la validez democrática y se plantea de esta manera porque la investigación se fundamenta de la participación de todos los involucrados en el problema, así como ser de importancia para la triangulación de datos. El cuarto, es la validez catalítica y se refiere a la reorientación que se les proporciona a los participantes de la investigación para que se involucren en el contexto real y lograr los fines de cambio. Por último, la validez dialógica se orienta al diálogo entre pares para ser validado, mediante una interacción flexiva y crítica.

Por otra parte, Yin (2011) establece siete criterios de validez, la primera es la

participación intensiva a largo plazo (en el campo) que se refiere a realizar observaciones y entrevistas para entender a mayor profundidad el contexto real donde se enmarca la problemática. La segunda es datos “ricos”, en el cual se busca diseñar de manera detallada los instrumentos para obtener suficiente información para analizar. La tercera es la validación de los encuestados que se orienta a obtener una interpretación acertada de sus informantes mediante una retroalimentación. La cuarta es acerca de pruebas discrepantes y casos negativos que ayudan a encontrar explicaciones contrarias. La quinta es la triangulación la cual, hace uso de diferentes instrumentos para enriquecer y fundamentar con mayor precisión. La sexta es la cuasi estadísticas, ésta emplea números para hacer más precisa las afirmaciones y por último la comparación que busca realizar un contraste en otros contextos para su validación.

Los datos obtenidos de la acción sirvieron para enriquecer los resultados de la investigación. Se recolectaron datos de diferentes fuentes tales como: entrevistas, pruebas y observaciones que emplearía al inicio y final de la intervención, con el objetivo de realizar la triangulación a la que alude Yin (2011).

5.9 Posicionamiento del investigador: agente externo vs agente interno

En las investigaciones es necesario determinar cuál es el posicionamiento del investigador durante el proceso de intervención. Es decir, indicar cuál fue su rol y sus intenciones en la investigación para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

Herr y Anderson (2004) aportaron una noción amplia sobre las posturas que toma el investigador durante el proceso. Las posturas pueden ser agente externo o agente interno. Ambas posturas establecen la manera en que se desenvolverá el investigador y, cualquiera que se tome, indicará cómo será la relación con los participantes. Herr y Anderson indican que un tipo de posicionamiento es el relacionado docente-investigador, considerado como agente interno, que se caracteriza por llevarse a cabo para la mejora de su propia práctica e incluyen de manera explícita los criterios de validez a emplear.

Por otra parte, otro tipo de posicionamiento es el grupo de docentes-

investigadores. Éstos se reúnen y en conjunto realizan la investigación acción con la finalidad de trabajar democráticamente. Además, realizan informes y grabaciones como evidencia.

En otros casos el investigador puede ser llamado a participar en una investigación por varios docentes-investigadores, como agentes externos. En estas circunstancias, la persona externa ofrece experiencia diferente sobre la metodología que ya se empleaba con anterioridad. También, está en la dirección de satisfacer las necesidades de los participantes a la par del cumplimiento de los objetivos.

En este sentido, para la presente investigación, el investigador es un agente externo, debido a que no pertenece a la institución y, como lo indica Herr y Anderson (2004) los investigadores outsiders quieren entender cómo es ser un insider sin "volverse nativo" y perder la perspectiva del forastero.

CAPÍTULO VI. RESULTADOS

6.1 Preguntas de investigación

A lo largo de este capítulo se describen los resultados encontrados en función de las cinco categorías analizadas en la investigación. La primera consiste en analizar los conocimientos previos que poseen los participantes sobre ángulos, triángulos y relaciones métricas. La segunda, sobre las actividades a las que mejor responden los estudiantes en el uso de la plataforma KA. La tercera, acerca del rol del profesor en el desarrollo de la intervención con la plataforma de KA. En la cuarta, se analizan los conocimientos que poseen los participantes sobre ángulos, triángulos y relaciones métricas al finalizar la intervención con la plataforma KA. Por último, se describe los

aprendizajes como investigadora de la intervención.

6.1.1 Conocimientos previos a la intervención

Para realizar el análisis de la primera pregunta de investigación se usaron los resultados de la prueba aplicada al inicio de la intervención. La prueba que se adaptó a las necesidades del objetivo de investigación se basó en la prueba PISA 2012. La prueba estuvo estructurada en la categoría tres (espacio y forma) porque coincide con los conocimientos del contenido temático de la asignatura de Geometría y Trigonometría.

La categoría tres plantea problemas de razonamiento geométrico que involucra visualización, medición y álgebra espacial. La selección de dicha categoría poseía de preguntas abiertas y de opción múltiple para evaluar los contenidos que abarca la presente investigación acerca de triángulos, ángulos y relaciones métricas. Los ítems fueron seleccionados para ser aplicados a los participantes de esta investigación, que están cursando sus estudios en una institución de media superior, con un rango de edad de 15 años como lo establece PISA.

De acuerdo con el programa de estudios de la asignatura correspondiente al primer semestre, los estudiantes debían poseer conocimientos sobre la identificación de ecuaciones de primer grado con varias incógnitas para la resolución de problemas prácticos. En este sentido, el investigador seleccionó solo los reactivos de la categoría III (espacio y forma) con el fin de presentarle a los estudiantes problemas acordes con su nivel cognitivo. A continuación, se presenta la tabla de las calificaciones que obtuvieron los 56 estudiantes en los ítems seleccionados de la prueba PISA 2012.

Tabla 6. Calificaciones de los estudiantes en la prueba PISA 2012

Calificación	Número de estudiantes
0.1	1
2.9	4
3	2
3.8	6
4.6	5
5.4	12
6.1	12
7	4
7.7	5
8.5	3
9.2	1
10	1
Total	56

Fuente: elaboración propia

Las calificaciones que obtuvieron los 56 estudiantes en los ítems de espacio y forma de la prueba PISA 2012, indican que en su mayoría las calificaciones oscilan entre puntajes reprobatorios de 5.4 y, puntajes un poco por encima de la reprobación de 6.1. Los resultados muestran que 30 de los 56 estudiantes tienen un nivel insuficiente en conocimientos sobre ángulos, triángulos y relaciones métricas al reprobar la prueba con calificaciones de 0.1 a 5.4. Por otra parte, 26 de los 56 estudiantes demostraron tener conocimientos suficientes sobre el tema, al pasar la prueba con calificaciones aprobatorias de 6.1 a 10. Estos resultados nos indican que un poco más de la mitad del grupo presenta dificultades en matemáticas, mientras que el resto entiende y tiene habilidades sobre ángulos, triángulos y relaciones métricas.

A continuación, se muestra en la tabla 7 estos resultados representados en los niveles de desempeño que evalúa la prueba PISA 2012, con el fin de identificar específicamente los niveles que alcanzaron los estudiantes.

Tabla 7. Niveles de desempeño según los resultados de la prueba PISA 2012

Niveles	Número de estudiantes
Nivel I	13
Nivel II	29
Nivel III	12
Nivel IV	1
Nivel V	0
Nivel VI	1
Total	56

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos de la prueba PISA 2012 aplicada a 56 estudiantes indican que el nivel II de desempeño es el que predomina con 29 estudiantes. De acuerdo con la descripción de la OCDE, el nivel II representa un nivel inferior de conocimientos. A este respecto, los 29 estudiantes que se reportan en este nivel solo pueden interpretar y reconocer situaciones en contextos que requieren la aplicación de algoritmos básicos, fórmulas, procedimientos o convenciones de bajo razonamiento.

Posteriormente, se determinó que el nivel I ocupaba el segundo lugar en los resultados con 13 estudiantes. Estos estudiantes lograron responder preguntas dentro de contextos familiares en los que toda la información relevante estuvo presente y las preguntas estaban claramente definidas. Fueron capaces de identificar información y de realizar procedimientos rutinarios siguiendo instrucciones directas en situaciones explícitas. Es decir, los estudiantes resolvieron actividades que son obvias y que se siguen inmediatamente del estímulo dado.

Con una diferencia mínima se encuentra en tercer lugar el nivel III con 12 estudiantes, que pudieron ejecutar procedimientos previamente descritos incluyendo aquellos que necesitaban de decisiones secuenciales. Además de seleccionar y aplicar estrategias simples de solución de problemas y, usar representaciones basadas en diferentes fuentes de información para razonar directamente sobre ellas.

En el nivel IV solo un estudiante demostró trabajar eficientemente con modelos explícitos aplicables a situaciones concretas, pero complejas que incluían restricciones y demandaban presuposiciones. Así como seleccionar e integrar diferentes representaciones, incluyendo las simbólicas, para ligarlas directamente a situaciones

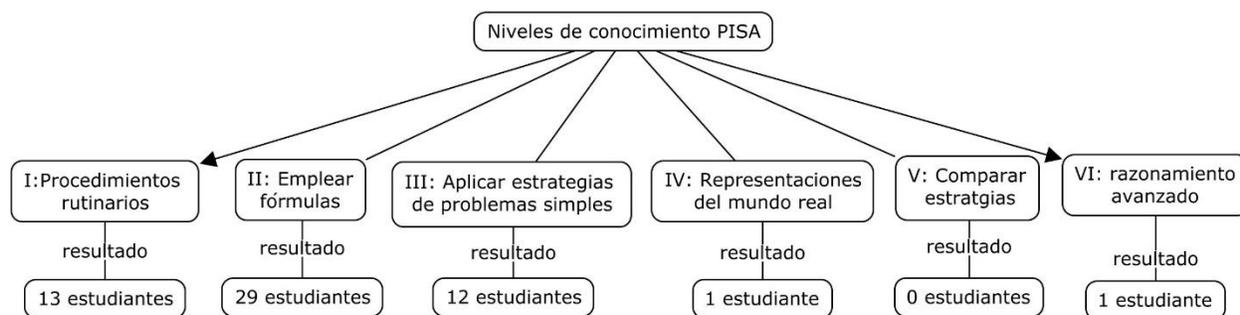
problemáticas del mundo real. En este nivel el estudiante utilizó habilidades procedimentales y razonamiento flexible junto con algunas intuiciones.

En el nivel V, ningún estudiante logró trabajar con modelos aplicables a situaciones complejas para identificar restricciones y especificando presuposiciones. Así como seleccionar, comparar y evaluar estrategias apropiadas de solución para tratar problemas complejos relativos a estos modelos.

Por último, en el nivel VI solo un estudiante demostró poder conceptualizar, generalizar y utilizar información basada en el modelamiento de situaciones problemáticas complejas. Además, el estudiante fue capaz de alcanzar el razonamiento y el pensamiento matemático avanzado.

A continuación, se presenta la figura 3, a manera de resumir las características de cada nivel que obtuvieron los 56 estudiantes.

Figura 2. Niveles de conocimiento



Fuente: elaboración propia

En los resultados se aprecia una gran diferencia con los niveles IV, V y VI en donde se constata que hay pocos estudiantes que alcanzaron niveles altos de conocimientos en la resolución de problemas avanzados. El número reducido de estudiantes en los tres niveles de desempeño concuerdan con los resultados obtenidos en el país, en él, se indican que la mayoría de los adolescentes que presentan la prueba solo logran alcanzar niveles de conocimientos básicos.

6.1.2 Contribución de la intervención al aprendizaje de los estudiantes

El diseño de intervención con andamiaje que se realizó de la plataforma KA pretendió contribuir en el aprendizaje de los estudiantes con el uso de las actividades de la plataforma. De acuerdo con Wood, Bruner y Ross (1976), los recursos tecnológicos usados como andamio facilitan el logro gradual de metas en el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, en esta sección se describen las actividades de KA que fueron fundamentales para que los estudiantes adquirieran gradualmente un aprendizaje autorregulado.

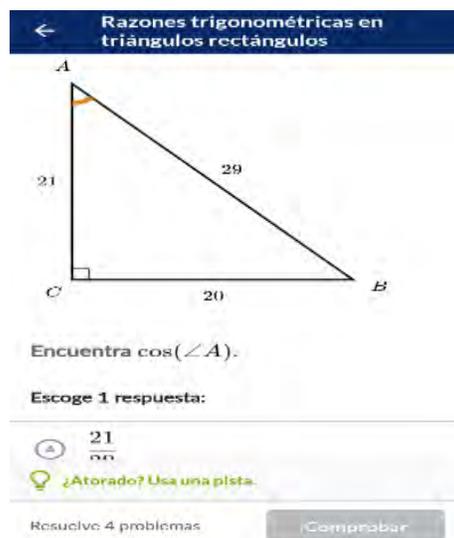
Las actividades a las que mejor respondieron los estudiantes en las sesiones de clase fueron determinadas con base en los siguientes elementos: el tipo de actividad realizada en KA, el nivel de interactividad entre el estudiante y la actividad, la percepción de logro en el aprendizaje del tema y la facilidad en la realización de las actividades, la participación que mostraron los estudiantes en clase respecto de la actividad y los sentimientos que expresaron haber experimentado al realizar las actividades en la plataforma y, por último, el nivel cognitivo que lograron alcanzar en las actividades.

A continuación, explicaremos cada uno de estos elementos. Las actividades de KA fueron videos, artículos de repaso, ejercicios de práctica y pruebas de unidad. Los videos corresponden a un objeto digital de aprendizaje que entre 5 y 15 minutos aborda de manera sencilla, práctica y con ejemplos, algún tópico del currículo de matemática. Visualmente los videos se caracterizan por tener un fondo negro sin nada escrito, y con un puntero el sujeto que está explicando hace escritos y trazos de polígonos con colores que contrastan con el fondo, los colores que mayormente se emplean son el amarillo, rojo y verde, los tres de color fluorescente. Los artículos de repaso son una explicación concreta de un tema específico que se necesita reforzar o profundizar, presentado en forma de texto con imágenes. El repaso está diseñado para ser resúmenes explícitos acompañados con ejemplos. En algunos casos presentan dos ejercicios para poner en práctica lo leído, y en otros realiza la invitación a tomar la práctica de la unidad o ver un video con respecto al tema. Los ejercicios de práctica permiten ejercer las matemáticas al propio ritmo de los estudiantes, a partir de ejercicios de evaluación adaptativa. Si necesita una pista, cada problema puede ser desglosado paso a paso hasta llegar a su

solución. Los ejercicios de práctica tienen de 4 a 5 problemas para ser resueltos. La prueba de la unidad se caracteriza por tener un conjunto de actividades trabajadas en la unidad presentada en un solo ejercicio de evaluación que pone a prueba el nivel de todas las habilidades. Es más extensa que la prueba de práctica, en la prueba de unidad se presentan problemas de todos los temas, como máximo se pueden resolver 7 problemas.

Cada actividad se caracteriza por tener un nivel de interactividad específico. Para el análisis se consideraron los niveles de interacción diseñados por Picón (2017) en el espacio de aprendizaje digital: pasivo, limitado y complejo. En el nivel pasivo, el usuario actúa como un simple receptor de información. Puede leer texto en la pantalla, así como ver gráficos o imágenes. Logra interactuar simplemente usando los botones de navegación para desplazarse hacia adelante o hacia atrás, a través del programa o puede navegar por vínculos en el hipertexto.

Figura 3. Interacción pasiva



The screenshot shows a Khan Academy problem interface. At the top, there is a blue header with a left arrow and the text "Razones trigonométricas en triángulos rectángulos". Below the header is a right-angled triangle with vertices A, B, and C. The right angle is at vertex C. The side AC is labeled 21, the side BC is labeled 20, and the hypotenuse AB is labeled 29. An orange arc is drawn at vertex A to indicate the angle to be measured. Below the triangle, the text reads "Encuentra $\cos(\angle A)$." followed by "Escoge 1 respuesta:". A selection box contains the fraction $\frac{21}{29}$. Below the selection box, there is a lightbulb icon and the text "¿Atorado? Usa una pista:". At the bottom left, it says "Resuelve 4 problemas" and at the bottom right, there is a "Comprobar" button.

Fuente: Khan Academy.org

En el nivel limitado, el usuario puede dar respuestas simples según las indicaciones de la instrucción.

Figura 4. Interacción limitada

¿Cuál es el valor de x en la siguiente figura?

$x =$

¿Aterado? Lisa una pista.

Resuelve 4 problemas

Fuente: Khan Academy.org

Por último, en el nivel complejo el usuario realiza múltiples y variadas respuestas a las instrucciones. Se posibilita la entrada de cuadros de texto y la manipulación de objetivos gráficos para probar la evaluación de la información presentadas.

Figura 5. Interacción compleja

Realiza algunas transformaciones para intentar hacer que el triángulo móvil coincida con $\triangle RED$.

¿Los dos polígonos son congruentes?

Trasladar Rotar Reflejar Deshacer

Respuesta

Sí

No

Muéstrame cómo

¿Estancado? Observa este video.

Probando congruencias con

Otro ejemplo de congruencia por trazar

Fuente: Khan Academy.org

Para fines de este análisis se entendió la percepción de logro como la explicación que los estudiantes hacen al alcanzar su aprendizaje y su capacidad de afrontar desafíos

mediante una valoración subjetiva a nivel personal y también con comparaciones sociales (Artur y col, 2005). Se analizó la participación que mostraron los estudiantes para hacer preguntas en clase, expresar dudas y solicitar apoyo. También se consideraron las emociones que expresaron haber experimentado mientras hacían las actividades en la plataforma. Por último, se hizo una relación de las actividades realizadas por los estudiantes en la plataforma KA con los niveles cognitivos que lograron alcanzar.

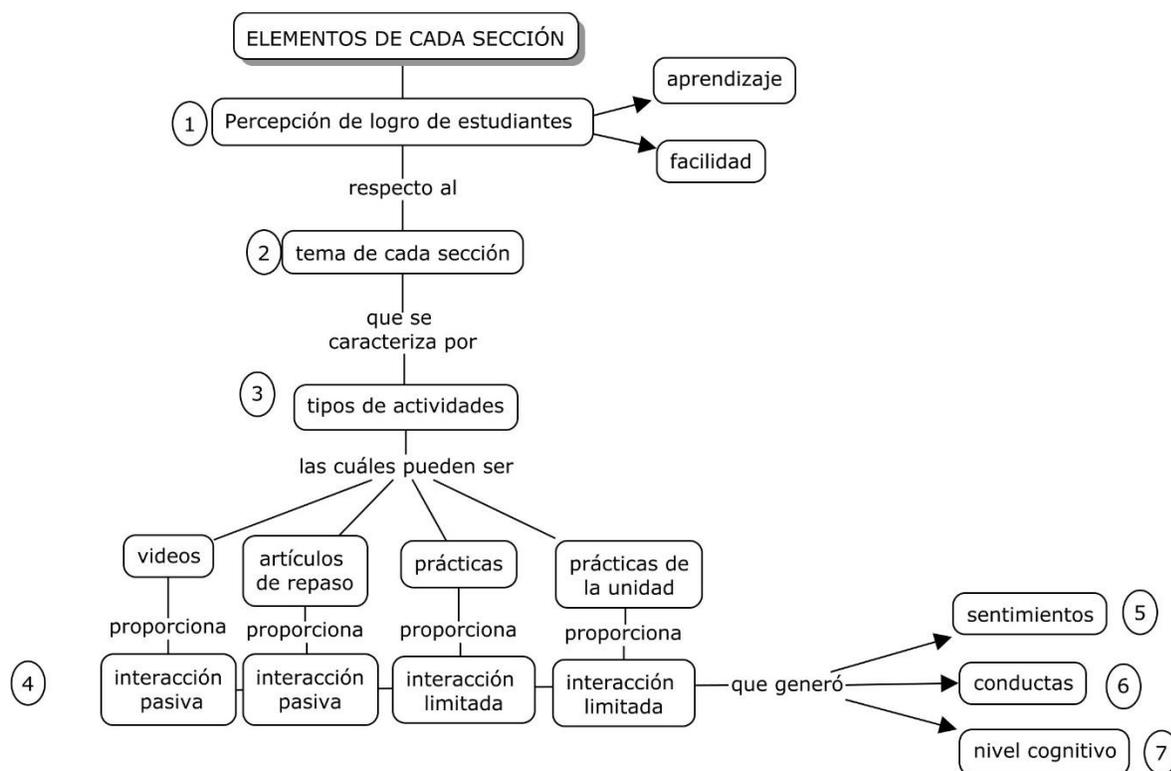
Los niveles cognitivos empleados se fundamentan en la Taxonomía de Marzano y Kendall (2001), presentados de manera procedimental en seis niveles: recuperación, comprensión, análisis, utilización del conocimiento, sistema metacognitivo y sistema interno. El primer nivel es recuperación y alude a aprendizajes previos que han adquirido con anterioridad. El segundo nivel es comprensión, éste se refiere a la adquisición e integración del conocimiento. El tercer nivel de análisis establece que el conocimiento se extiende y se refina. Después se desarrolla el nivel cuatro de aplicación, mismo que indica que el conocimiento se usa significativamente. Posteriormente, el nivel cinco o nivel de metacognición, se refiere a los hábitos mentales productivos. Finalmente, el nivel seis o sistema interno, significa el desarrollo de la conciencia del ser mediante la autorregulación.

Con el fin de identificar con precisión y claridad las actividades a las que mejor respondieron los estudiantes, se analizaron los registros de las grabaciones de clase y los diarios de los estudiantes. La estructura del presente análisis se muestra en cuatro secciones, que presentan un tema analizado en cada sección. Cada sección inicia señalando la percepción de logro que expresaron los estudiantes respecto del aprendizaje del tema y la facilidad con la que realizaron las actividades trabajadas en KA. Se presenta el tema en cada sección para identificar las actividades que poseían. En este sentido, dentro de cada tema se realiza un análisis de las actividades, considerando el nivel de interacción proporcionado por la actividad y las características de la actividad. Después, se analizan las conductas que mostraron los estudiantes cuando realizaban las actividades y las emociones. Por último, al término de cada sección se argumenta el nivel cognitivo alcanzado en cada tema de acuerdo con la

Taxonomía de Marzano y Kendall (2001).

● *Primera percepción de logro*

Figura 6. Estructura de la percepción de logro de los estudiantes



Fuente: elaboración propia

La primera percepción de logro que experimentaron los estudiantes sucedió en relación con el aprendizaje del tema de los criterios de congruencia, señalada en la plataforma con el título: congruencias de triángulos. A este respecto, la gran mayoría expresó haber aprendido más que en las clases anteriores porque pudieron resolver los problemas del tema mediante representaciones visuales y manipulables. Las actividades que tenían que realizar en este tema eran seis: ver cuatro videos, hacer una práctica y analizar un artículo de repaso. Los videos de criterios de congruencia se caracterizaron por proporcionar a los estudiantes una interacción pasiva (Picón, 2017): leyeron texto y vieron gráficos en la pantalla, usaron los botones de navegación para reproducir o pausar los videos. La función de los videos fue explicativa en tres aspectos: primero como

introducción al tema, después para enfatizar los procedimientos y, al final, como demostración de ejemplos concretos.

La cantidad de vídeos visualizados por los estudiantes sobre criterios de congruencias sirvió como antecedente para que después ellos pudieran resolver fácilmente la actividad de práctica en la plataforma. En esta ocasión los estudiantes tuvieron que ver cuatro videos. Vargas y Martínez (2010) afirman que un número variado de andamios le facilitan al estudiante la comprensión de temas. En este caso, por ejemplo, los estudiantes tuvieron que realizar varias y diversas actividades tales como: lectura, artículo de repaso, prácticas y videos que los condujeron a un nivel de desarrollo cognitivo alto.

En lo que se refiere a la práctica, ésta, a diferencia de los videos, proporcionó a los estudiantes una interacción limitada (Picón, 2017). Les permitió manipular los polígonos en la pantalla y dar respuestas siguiendo las instrucciones. La práctica se caracterizó por ofrecer problemas de opción múltiple, pudieron emplear los conocimientos adquiridos en la actividad anterior. Los vídeos contribuyeron a la realización de la práctica y ésta, en general, fue realizada de manera exitosa.

Todo esto parece confirmar que la práctica fue la actividad a la que mejor respondieron los estudiantes en la plataforma KA, así lo registraron algunos estudiantes en sus diarios. Jorge afirmó que: “La actividad que se me hizo más fácil fue contestar las preguntas de la primera actividad de KA de los criterios de congruencia, pues como es una aplicación móvil didáctica podías mover las figuras para asegurarte de tus respuestas”. El estudiante expresó que la manipulación de las figuras en la plataforma le hizo parecer fácil la actividad de práctica. A este respecto, Zazueta y Herrera (2009) argumentan que los andamios de práctica que les permiten producir algo observable de lo que han aprendido, les sirven de ayuda para que los estudiantes logren su meta. Por su parte, Karla comentó:

“Yo creo que la actividad más fácil fue la de congruencias. Otro caso es lo que hicimos en Khan Academy porque sí es fácil lo que estábamos haciendo [actividad de práctica] pero a mí se me dificultaba un poco por la misma razón de que me

fallaba la aplicación, pero en realidad todo me pareció fácil”.

La estudiante menciona que la actividad de práctica sobre el tema de criterios de congruencias se le hizo fácil a pesar de los problemas técnicos presentado. En este sentido, se encontró que el aprendizaje previo obtenido de los vídeos influyó para que el estudiante terminara fácilmente su actividad.

La actividad del artículo de repaso fue la segunda actividad a la que mejor respondieron los estudiantes, y se empleó para finalizar el tema de criterios de congruencias. El artículo de repaso fue descriptivo y explicativo; se caracterizó por proporcionar una interacción pasiva, el receptor leyó un texto acompañado de imágenes. En este caso, sirvió para que los estudiantes pudieran reforzar sus conocimientos sobre el tema de congruencias, así lo registró en su diario la estudiante Alma: “Lo más fácil fue el repaso de los criterios de congruencia, pues ya teníamos bien entendido el tema”. En este comentario que realizó el estudiante, se puede identificar que la lectura del artículo posibilitó la asimilación, lo que ayudó a que el contenido quedará almacenado en la memoria. Según Herrera (2002), la asimilación ocurre cuando una persona interpreta una nueva experiencia y trata de ajustarla a sus estructuras conceptuales previas. En este caso las estructuras conceptuales previas fueron las proporcionadas por los videos antes vistos. En este sentido, los videos sirvieron como antecedente y posteriormente, el artículo de repaso sirvió para comprender mejor la información. De igual modo, se determinó que, como lo afirman Vargas y Martínez (2010), el repaso es una técnica esencial para que los estudiantes avancen en el logro gradual de metas, ayudando así al proceso de andamiaje en el que se encontraban.

Aunado al repaso, la conducta de los estudiantes incidió en el aprendizaje. La participación fue identificada en las grabaciones de video de las sesiones de clase, ahí se evidencia que no solicitaron mucho apoyo y que la participación predominó. Finalmente, en cuanto a las emociones, en general los estudiantes expresaron sentimientos agradables. El estudiante Jorge registró lo siguiente en su diario: “Me sentí emocionado de ser parte de esta clase y muy feliz realizando las actividades”.

Al examinar lo que anteriormente se describió en cada una de las seis actividades,

se pudo encontrar que los estudiantes trabajaron actividades del nivel cuatro de la Taxonomía de Marzano y Kendall (2001). El nivel cuatro corresponde a la dimensión de aplicación y ocurre cuando el individuo es capaz de utilizar el conocimiento adquirido para realizar tareas significativas, entre ellos la solución de problemas. Se determinó que al usar los recursos de KA los estudiantes lograron la aplicación de sus conocimientos en el tema de criterios de congruencia. De acuerdo con Gallardo (2009), la utilización del conocimiento se presenta cuando la persona se ve en la necesidad de cumplir con determinadas tareas. Dichas tareas podrían considerarse las avenidas por donde corre el conocimiento que se presenta como un elemento útil para satisfacer las necesidades de la persona. Los estudiantes utilizaron sus conocimientos, cumplieron con las siguientes condiciones: identificaron obstáculos que impedían llegar a la meta, diseñaron caminos que permitieron disipar los obstáculos, evaluaron alternativas y seleccionaron y ejecutaron las alternativas congruentes a la resolución del problema.

- ***Segunda percepción de logro***

La segunda percepción de logro identificada en los estudiantes sucedió en relación con el aprendizaje del tema: triángulos de 180° . La actividad que se trabajó en este tema fue ver un video en la plataforma KA. A este respecto, la gran mayoría indicó haber aprendido gracias a que el video les proporcionó ejemplos y les facilitó la comprensión del tema de manera procedimental.

El video se caracterizó por proporcionar una explicación en dos aspectos, primero, los estudiantes visualizaron una serie de pasos para determinar la suma, después visualizaron representaciones de casos concretos. Este último se refiere a ejemplos específicos que ayudaron a los estudiantes a entender el tema sin complicaciones. La estudiante Karla registró en su diario de clase que la actividad de video fue ideal para comprender el tema:

Se me hizo más fácil eso de descubrir cuánto mide el ángulo sobrante porque lo único que hago es sumar o restar, asegurándome de conservar los 180° de total, en particular lo que es un poco más complicado es cuando las cantidades están

en incógnitas porque es un proceso más largo, porque es un poco tedioso, es fácil, sólo es ver o asegurarte de fijarte bien en sus trazos y en dónde colocas tus incógnitas.

La estudiante menciona que la importancia en la facilidad del tema también recae en estar concentrado en la actividad para lograr identificar las incógnitas a emplear para la resolución efectiva del problema. De acuerdo con la opinión de esta estudiante se identificó que necesitó concentrarse para asegurarse de los detalles y entender el tema. Este hallazgo coincide con el estudio de Roosel (2015) quien encontró que la plataforma KA hace que el estudiante se concentre y mejore en las tareas, por las características de las actividades que posee la plataforma. La razón por la que los resultados son similares puede deberse a que las actividades, el diseño y el contenido de KA es muy concreto y hace énfasis en los elementos relevantes de la información.

Por otra parte, se identificó en las grabaciones de clase que la actividad a través del uso del video fue la clave para que el objetivo de aprendizaje se cumpliera. Durante la sesión, los estudiantes no mostraron tener dificultad y el desempeño de los estudiantes se caracterizó por la rapidez en la realización de las actividades cuando veían videos. La interactividad que proporcionó el video fue pasiva, los estudiantes actuaron como receptores de la información y vieron gráficos e imágenes. La interacción se basó en usar los botones de navegación para desplazarse hacia adelante o hacia atrás a través de la pantalla.

En cuanto a la conducta, se registró en la grabación de clase que los estudiantes no solicitaron mucho apoyo. Por otra parte, la estudiante Karla registró en su diario el siguiente fragmento: “Me sentí segura porque sabía lo que hacía, además de que es fácil el tema en particular. Me parece muy entretenido y dinámico que la maestra nos ponga videos porque diferentes personas tienen diferentes tipos de aprendizaje”. En este sentido, se identifican dos aspectos: un sentimiento de seguridad y un estilo de aprendizaje. Sin duda, dichos aspectos inciden en el aprendizaje de los estudiantes. Este hallazgo coincide con el estudio de Requena (2016) quien afirma que el sentimiento de seguridad implica que el estudiante cognitivamente sabe lo que hace, lo que ayuda de

manera significativa al logro gradual de metas, escalando poco a poco en su proceso de andamiaje. La similitud de ambos resultados se puede deber a que la seguridad de los estudiantes surgió porque identificaron que durante el proceso de andamiaje sus habilidades fueron incrementando.

En cuanto al aprendizaje de la estudiante se distinguió por ser visualizar los videos, esta acción forma parte importante del andamio KA. Según Sánchez (2011), las actividades visuales en la enseñanza tienen mayor resultado para los estudiantes que aprenden temas de matemáticas, porque mediante la representación gráfica de conceptos amplía la comprensión de éste, así como la resolución de problemas que impliquen relaciones espaciales. En este sentido, visualmente el contraste entre el fondo del video y los gráficos que proporcionó KA de los polígonos ayudó a los estudiantes a comprender mejor el procedimiento del tema. De acuerdo con Sánchez (2011), las características de diseño que posee un instrumento visual favorecen la clarificación del tema y aumentan las probabilidades de recordar la información.

Las actividades que realizaron los estudiantes correspondían al nivel dos de la Taxonomía de Marzano y Kendall (2001). El nivel dos corresponde a la dimensión de comprensión y ocurre cuando el estudiante es capaz de integrar el conocimiento nuevo con el que ya tiene; de ahí que el estudiante entiende la información y capta el significado. En este sentido, el video visualizado sirvió para que los estudiantes identificaran el procedimiento para encontrar la suma de los ángulos de 180° . De acuerdo con Gallardo (2009), el proceso de comprensión en el sistema cognitivo se encarga de traducir el conocimiento en formas adecuadas para que su almacenaje en la memoria permanente se produzca, es decir, que tome estructura y el formato que se requiere para que la información clave se preserve. Según Marzano y Kendall (2007), para que se preserve una información clave es necesario el empleo de la simbolización, ésta es el proceso de crear una analogía simbólica del conocimiento. Esto se basa en la teoría de los dos modos del procesamiento de la información: lingüístico e imaginario (Gallardo, 2009). En la clase se identificó el modo lingüístico cuando el video en KA expuso oralmente ideas y afirmaciones, aunado con la retroalimentación verbal proporcionada por el profesor sobre los elementos importantes del video. Por otra parte, el modo imaginario lo

proporcionó el video de KA en tanto mostraba imágenes de varios polígonos que representaban a su vez la explicación lingüística. Cabe mencionar que el modo imaginario fue reforzado cuando los estudiantes transcribieron en sus libretas las representaciones de los triángulos de la actividad de video. En consecuencia, la réplica que realizaron los estudiantes en sus libretas sobre el video permitió que ellos organizaran la información en un patrón de causa-efecto, permitiéndoles finalmente identificar los hechos (datos con los que se cuenta para resolver un problema) que se conjuntan para producir una secuencia de pasos determinados que desembocan en el resultado de un producto específico (el resultado de la suma de 180°).

- ***Tercera percepción de logro***

La tercera percepción de logro identificada fue el aprendizaje que experimentaron los estudiantes con respecto al tema: razones trigonométricas. A este respecto, la mayoría de los estudiantes indicó haber aprendido más rápido porque poseían conocimientos previos del tema, lo que sirvió para que las actividades fueran complementadas con un conocimiento nuevo. En la plataforma, el tema está señalado bajo el título: introducción a las razones trigonométricas. Las actividades que se tenían que realizar en este tema eran cinco: ver dos vídeos, analizar dos artículos de repaso y realizar una práctica. Los vídeos les proporcionaron a los estudiantes una interacción pasiva, ambos fueron explicativos, pero con algunas variantes. El primero solo introdujo el tema mediante una explicación sobre el término y, la segunda, ofreció el aspecto procedimental con ejemplos específicos. El estudiante Jorge registró en su diario lo siguiente acerca de los vídeos: “Esta clase no fue difícil ya que solo tomamos notas de lo más importante de los vídeos de valores trigonométricos”. Tomar notas podría parecer una actividad fácil de realizar, pero no siempre es así. Estos estudiantes no solían tomar notas o al parecer no parecían tener la necesidad ni el interés por hacerlo, sin embargo, en este caso lo hicieron.

El estudiante argumenta que la actividad de vídeo le permite hacer apuntes en su libreta y que en su opinión se le hace fácil. El profesor indicó con anticipación que podían notar apuntes. En este sentido, la redacción de apuntes en su libreta sirvió como ayuda para la memoria y para volver al tema en actividades posteriores. Lo anterior es reforzado

con lo que señalan Vargas y Martínez (2010) cuando afirman que algunos estudiantes aprenden mejor cuando reciben información y hacen gráficos o apuntes para recabar información. Los estudiantes en el proceso del andamiaje pueden valerse de estrategias de organización tales como: seleccionar información, elaborar esquemas, resúmenes o mapas conceptuales para comprender los temas. En el caso de los estudiantes de este estudio, utilizaron estrategias como la toma de notas y esquemas. Vargas y Martínez (2010) afirmaron que “las estrategias de organización son empleadas por el sujeto para comprender un material de estudio y, de esta forma, seleccionar lo más relevante” (P.26). A este respecto, los estudiantes organizaban la información por temas y ejemplos concretos que les permitían identificar eficazmente el procedimiento de la resolución de problemas.

Otras actividades empleadas en el tema fueron la lectura de dos artículos de repaso. Esos artículos fueron escogidos por sus características explicativas y descriptivas; ambos proporcionaron un nivel de interactividad pasiva, según lo señalado por Picón (2017). La interactividad pasiva se basa en proporcionar lecturas con descripciones gráficas para profundizar en el tema. En este sentido, el texto abrió un preámbulo para que los estudiantes fueran capaces de realizar la actividad de práctica.

Por otra parte, la actividad de práctica en KA tenía cuatro problemas de opción múltiple; la interactividad, solo consistió en la selección de un inciso. En las grabaciones de clases se identificó que los estudiantes terminaron la actividad de práctica de manera fácil y sin requerir mucho apoyo por el profesor. Hubo dos estudiantes que escribieron al respecto en sus diarios, la estudiante Karla registró:

“Se me facilitó el último tema de razones trigonométricas, ya que como bien mencioné ya estaba relacionada con el tema y como tengo la esencia de qué es, se me hace más fácil elaborar este tipo de actividades o mejor dicho este tema”.

Por otra parte, la estudiante Alma registró:

“Lo más fácil fue la de las razones trigonométricas ya que en secundaria lo vi. Fue muy sorprendente e interesante lo de \emptyset ya que nunca había escuchado

hablar sobre eso y me gustó mucho retomar el tema de las razones trigonométricas ya que es un tema que me gusta”.

A partir de los comentarios, se puede identificar que ambas estudiantes tenían un aprendizaje previo del tema razones trigonométricas, ese un factor que influyó en la culminación de la actividad de forma efectiva. Cabe mencionar que dos vídeos y dos artículos de repaso antecedieron a la actividad de práctica, lo que también influyó para que los estudiantes respondieron mejor a la actividad de práctica en KA. La segunda estudiante mencionó que ya conocía el tema y el hecho de tener un conocimiento previo facilitó la comprensión del tema. A este respecto, Vygotsky (1978) menciona que en el proceso de andamiaje los estudiantes adaptan sus conocimientos a través de la acomodación. La acomodación significa que una persona tiene la capacidad de tomar el material existente en su mente y lo ajusta a un conocimiento nuevo.

En cuanto a la conducta, se registró en la grabación de clase que los estudiantes no solicitaron mucho apoyo porque al visualizar el video realizaban transcripciones en su libreta sobre los pasos secuenciales para la resolución de problemas. Referente al sentimiento, el profesor identificó que los estudiantes se sentían tranquilos y relajados porque ya estaban familiarizados con el tema, por lo que la clase fue amena.

Después de analizar cada una de las cinco actividades que realizaron los estudiantes en KA se determinó que realizaron actividades del nivel 4 de la Taxonomía de Marzano y Kendall (2001). El nivel cuatro alude a la dimensión de aplicación, lo que permite que el estudiante use sus conocimientos de manera significativa al seleccionar, transferir y utilizar datos o principios para completar una tarea o solucionar un problema. En este caso los estudiantes llegaron a solucionar problemas, porque aplicaron sus conocimientos sobre el tema de razones trigonométricas; según Valenzuela (2008) la aplicación de un conocimiento concierne a la interrelación de principios y generalizaciones con casos particulares o prácticos pasando por un procesamiento mental. Los procedimientos mentales indican el cómo se aplica el conocimiento; en la fase de procedimientos mentales se incluyen en tres etapas: cognitiva, de asociación y autónoma. En la etapa cognitiva se realiza una verbalización del proceso, que consiste

en describir los pasos y realizar un primer acercamiento a la ejecución, el cual se logró con los dos videos que vieron los estudiantes. En la etapa de asociación, se detectan los errores y se eliminan por ensayo y refuerzo, éstos fueron obtenidos de los dos artículos de repaso. Por último, en la etapa autónoma se logra la automatización de procesos, a través de la ejecución, misma que se pudo lograr con la actividad de práctica.

- ***Cuarta percepción de logro***

La cuarta percepción de logro detectada fue el aprendizaje del tema seno, coseno y tangente (ShoCahToa). A este respecto, la gran mayoría de los estudiantes expresó que aprendieron mejor con la representación visual del tema, permitiéndoles tomar notas de los elementos procedimentales. En la plataforma se trabajó con una actividad, esta consistió en ver un video llamado: hipotenusa, opuesto y adyacente. La interacción proporcionada por el video fue pasiva (Picón, 2017), solo se permitió la interacción básica para visualizar o pausar el video. Sin embargo, para la mayoría de los estudiantes la actividad fue muy minuciosa, en el sentido de que tenían que recurrir a parar varias veces el video para tomar notas porque incluía varios ejemplos procedimentales y debían poner mucha atención para identificar la secuencia de cada paso para la resolución de problemas. Esto lo identificamos en las grabaciones de clase realizadas.

Asimismo, se identificó que los estudiantes no conocían el término ShoCahToa pero aun así se les hizo fácil comprenderlo. El estudiante Jorge así lo registró en su diario: “Al usar KA se me facilitó la comprensión de los términos ShoCahToa, pues los videos hacían que comprendiera mejor el tema”. Como se pudo apreciar, el uso del video facilitó la comprensión del tema. Además, sus características visuales y el nivel explicativo jugaron un papel esencial en el logro del aprendizaje.

Por otro lado, la conducta positiva de los estudiantes también influyó para que se sintieran motivados. La mayoría mostró disposición para participar en clase y para reproducir el video en varias ocasiones. En cuanto al sentimiento, se registró en la grabación de clase que los estudiantes estaban felices y sorprendidos por conocer una nueva terminología sobre la famosa ley de seno, coseno y tangente, expresada en KA

como (Sho, Cha, Thoa).

En esta última sección se describió la percepción de logro que tuvieron los estudiantes sobre seno, coseno y tangente como resultado de visualizar un video en KA. Se infiere que con esta actividad de video los estudiantes alcanzaron el nivel 3 de la Taxonomía de Marzano y Kendall (2001) porque analizaron la información y la procesaron para emitir una opinión al respecto. El nivel tres se refiere a la dimensión de análisis, lo que significa que los estudiantes añaden nuevas distinciones y hacen nuevas conexiones, al analizar lo que ha aprendido con mayor profundidad. En este sentido, los estudiantes demostraron mediante la participación haber hecho un análisis de la información vista en los videos. Es preciso señalar que Piaget (1970) elaboró un postulado alrededor de los procesos mentales involucrados en el análisis. Piaget enunció que existen dos tipos de aprendizaje llamados asimilación (el aprendiz integra lo conocido con lo nuevo) y acomodación (la estructura inicial del conocimiento se cambia a partir del ingreso de nueva información). A este respecto los estudiantes lograron la asimilación porque poseían conocimientos previos del tema de seno, coseno y tangente proveniente de la secundaria. Posteriormente, lograron la acomodación al volver a ver el tema mediante la visualización del video. Por tal motivo los estudiantes lograron el proceso de pensamiento de asociación que se debe en el nivel de análisis, porque cumplieron con las siguientes condiciones: especificaron las características que se analizarían de (Sho, Cha, Thoa), determinaron sus similitudes y diferencias lo precisamente posible, que expresaron mediante participaciones.

6.1.3 Rol del profesor en el desarrollo de la intervención

El rol del profesor fue determinado con base en un criterio: los tipos de apoyo que proporcionó el profesor durante el proceso de andamiaje. El criterio se eligió de acuerdo con la ayuda realizada por el profesor en momentos específicos de las clases, para facilitarle a los estudiantes el logro de los aprendizajes en el área de matemáticas. Los

tipos de apoyo proporcionados fueron tres: técnico, emocional y de contenido.

El apoyo técnico se refiere a apoyar a los estudiantes en el uso de la plataforma KA, cómo localizar los temas, seleccionar iconos, identificar las fallas en la reproducción de videos o ingresar datos numéricos. El apoyo emocional se caracterizó por crear situaciones afectivas que beneficiaran el estado emocional del estudiante: se refiere a generar situaciones dinámicas al inicio de las clases y emitir palabras de ánimo en las prácticas. Por último, el apoyo de contenido alude a retroalimentaciones en dos sentidos: las hechas por el profesor sobre temas complejos mediante explicaciones procedimentales de manera grupal y las realizadas entre compañeros sobre las actividades en la plataforma guiadas por el profesor.

Aunado a los tres tipos de apoyo, se determinó el rol del profesor en tres niveles (muy importante, moderadamente importante y de poca importancia). El primer nivel se consideró: muy importante, porque la ayuda proporcionada por el profesor fue constante en el apoyo emocional, de contenido y técnico. El rol del profesor en los tres tipos de apoyo se fundamenta porque se introdujo el andamio, es decir, se comenzó a usar KA como una estructura provisional del andamiaje, hecho que determinó que el apoyo del profesor fuera muy importante. Según Van de Pol y Elbers (2013) al insertar un andamio, el andamiaje se encuentra en contingencia, dando como resultado que el rol del profesor se basa en adaptarse a las necesidades de los estudiantes. No obstante, los estudiantes se encuentran también en el proceso de adaptación con una nueva forma de trabajo, en este caso con la plataforma KA.

El segundo nivel que se consideró del rol del profesor en los tres tipos de apoyo fue: moderadamente importante, porque el proceso de ayuda fue regulado. El apoyo regulado implicó que se les delegara responsabilidades a los estudiantes de forma gradual. De acuerdo con Van de Pol y Elbers (2013), el andamiaje regulado también se le conoce como una etapa de temporalidad, esto significa que el apoyo del profesor puede ser regulado solo por un tiempo determinado.

Finalmente, el rol del profesor se consideró en un tercer nivel de: poca importancia, el cual alude a la mediación esporádica que proporcionó el profesor en los tres tipos de apoyo. Según Van de Pol y Elbers (2013) sucede cuando el profesor le delega a sus estudiantes la responsabilidad de su propio aprendizaje y, en consecuencia,

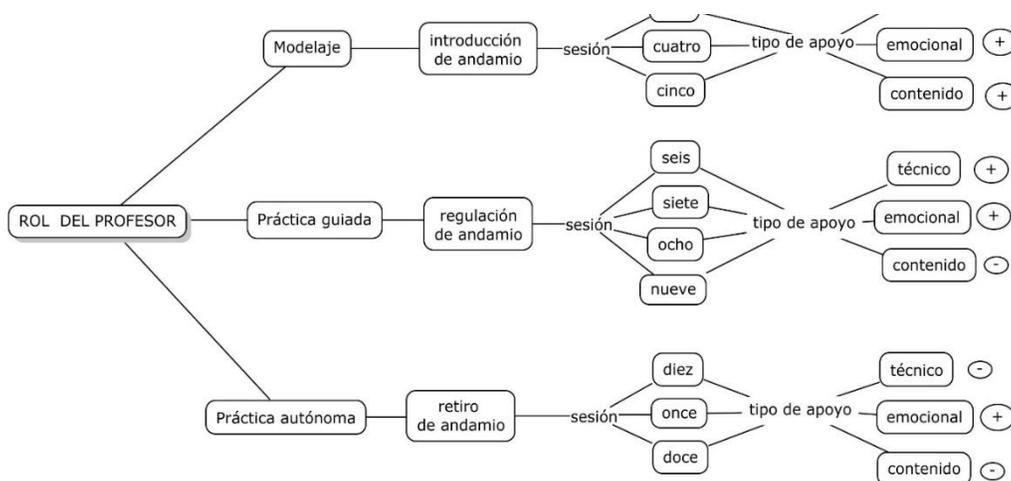
éstos no requieren de solicitar apoyo como lo hacían en un principio.

También se tuvo en cuenta que la cantidad de ayuda que solicitaban los estudiantes al profesor determinó el nivel de importancia en el apoyo técnico, emocional y de contenido, porque conforme a la adquisición gradual del aprendizaje que adquirirían los estudiantes, se iba reduciendo la solicitud de apoyo.

En el análisis se encontró que el rol del profesor de acuerdo los tipos de apoyo no fue aplicado en la sesión uno y dos, porque aún no iniciaba en proceso de andamiaje. El apoyo fue muy importante de la sesión tres a la cinco. Después, moderadamente importante de la sesión cuatro a la nueve. Finalmente, de poca importancia de la sesión diez a la doce.

En correspondencia los tipos de apoyo, se estructura la respuesta a la pregunta de investigación mediante la explicación de lo sucedido en cada sesión de clase, de acuerdo con las fases del andamiaje. Las fases del andamiaje son tres y en el presente análisis se identificó de la siguiente manera. La fase uno corresponde a la introducción del andamiaje y abarcó de la sesión tres a la cinco. La fase dos fue la regulación del andamiaje y comprendió de la sesión seis a la nueve. Por último, la fase tres fue el retiro del andamiaje que inicio en la sesión diez y terminó en la doce.

Figura 7. Rol del profesor durante la intervención



Fuente: elaboración propia

- **Rol del profesor en la sesión uno y dos**

A continuación, se presenta el análisis del rol del profesor en doce sesiones de clase registradas en videos y diarios de tres estudiantes. En las primeras dos sesiones no se implementó el andamiaje: en la primera se aplicó la prueba de conocimientos y en la segunda se procedió a la selección de los estudiantes con los que se trabajaría y se instaló la plataforma educativa en sus dispositivos móviles, por lo que el rol del profesor aún no se consideró en las dos primeras sesiones porque no se realizaron actividades con andamiaje.

En la tercera sesión se insertó el andamiaje; de acuerdo con Delmastro (2005), el andamiaje es un conjunto de andamios. El andamio, explica este autor, consiste en una estructura provisional aportada por el docente, que sirve como apoyo al estudiante en la construcción de nuevos aprendizajes y que es retirada una vez que el estudiante es capaz de funcionar de manera independiente. En lo que a esta intervención respecta, el andamio que se empleó fue la plataforma KA, el cual tiene un compendio de actividades que sirvieron como andamios subordinados (videos, prácticas, artículos de paso).

- ***Rol del profesor en la sesión tres***

En la sesión tres se introdujo el andamiaje junto con el andamio (KA); y se identificó que el rol del profesor fue muy importante en la ayuda solicitada por los estudiantes en el apoyo de contenido, emocional y técnico. En el apoyo de contenido, el rol del profesor, como lo indica el andamiaje, fue el de ser un guía que hace ciertas acciones, como retroalimentar cada tema, explicar cada tema ampliamente, diseñar y hacer preguntas. De modo que, dichas acciones tuvieron una influencia explicativa en la percepción de los estudiantes con respecto al rol que el profesor tenía en las sesiones. Karla reportó en su diario de clase: “La maestra hace que se nos facilite preguntándonos que si tenemos alguna duda sobre el tema y como ella nos demuestra seguridad de que sabe del tema me siento con la libertad de preguntarle cualquier cosa que no entienda”. En el registro de la estudiante, se puede apreciar que ve al profesor como una persona segura con respecto a los saberes de la asignatura, lo que hace que se sienta en confianza de exponer sus dudas. De acuerdo con Requena (2017), el profesor es visualizado por los estudiantes como un agente que posee el conocimiento. Requena, además, considera

al profesor como un modelo importante que permite la facilitación de fuentes de datos para las necesidades de formación en los estudiantes.

En el registro de la estudiante, se puede apreciar que ve al profesor como una persona segura con respecto a los saberes de la asignatura, lo que hace que se sienta en confianza de exponer sus dudas. De acuerdo con Requena (2017), el profesor es visualizado por los estudiantes como un agente que posee el conocimiento. Requena, además, considera al profesor como un modelo importante que permite la facilitación de fuentes de datos para las necesidades de formación en los estudiantes.

Asimismo, en el fragmento se puede apreciar que el profesor hace preguntas acerca del tema de Congruencias para identificar si los estudiantes presentaban dificultades en la comprensión de este. La acción que realizó el profesor se justifica en la metáfora del andamiaje. En la metáfora, Bruner (1980) explica que el profesor tiene una función tutorial. Además, enmarca que la implementación de una nueva metodología de trabajo conlleva a los estudiantes a solicitar un mayor apoyo, porque su estado cognitivo permanece en desequilibrio. Para superar el estado de desequilibrio de los estudiantes, se infiere que el profesor debe de ser un guía capaz de detectar las dificultades de aprendizaje. En el caso de esta intervención y durante las primeras sesiones, los estudiantes solicitaron mucho apoyo y el profesor ayudó a los estudiantes a superar las dificultades que enfrentaban. Según lo observado en clase, superar la dificultad parecía motivar al estudiante a volver a preguntar.

Por otra parte, se identificó que las preguntas que hacía el profesor incidían en el apoyo emocional de la estudiante. Esto se confirmó cuando el estudiante indicó sentirse con la seguridad de solicitar ayuda en cualquier momento. El apoyo emocional al inicio fue importante porque el grupo de los quince participantes de la presente investigación aún estaba familiarizándose con una nueva forma de trabajo, alejados del resto de sus compañeros de grupo y con un nuevo profesor. Además, se contempló incentivar la motivación de los estudiantes desde el inicio para que el proceso de andamiaje fuese aproximándose poco a poco a los adolescentes. En este sentido, el profesor al inicio de la clase realizó una dinámica para que los estudiantes ganaran confianza en él y en sí

mismos. Finalmente, la actitud de los estudiantes fue buena y, se mostraron participativos y sociables.

Es importante mantener la relación entre el andamiaje y el apoyo emocional durante todo el proceso de la intervención en tanto que la relación de ambos repercute significativamente en la motivación del estudiante y se ha demostrado que este último es un factor determinante en la culminación del logro del aprendizaje. De acuerdo con Sá (2019), en el proceso del andamiaje educativo el profesor debe enfocar sus habilidades para mantener la motivación de los alumnos. En este sentido, el profesor debe proporcionar el soporte emocional necesario para que los estudiantes logren el aprendizaje mediante fortalecer la autoestima y la motivación. Sá (2019) además, señala que el profesor debe identificar las necesidades de cada estudiante para darle soporte individualizado para que logre el crecimiento y poco a poco vaya construyendo sus conocimientos. La identificación de las necesidades que menciona Sá fue tomado en cuenta por el profesor al momento de planear las sesiones de clase con el fin de atender las necesidades de los estudiantes. “La construcción de sus conocimientos dependerá de cómo el adulto transmita este aprendizaje que se transformará en una sólida estructura. Mientras se dé un adecuado acoplamiento frente a las necesidades específicas del niño, las edificaciones del aprendizaje se llevarán con éxito” (Sá, 2019). En lo que respecta a esta intervención, podemos afirmar que, se tomó en cuenta primero el bienestar de los estudiantes por lo que al inicio de las clases siempre se consideró iniciar con el aspecto emocional.

En cuanto al apoyo técnico, se identificó que los estudiantes solicitaban apoyo en el uso de la plataforma KA. El apoyo se basó en el adecuado empleo de las herramientas y sus funciones, así como la identificación de unidades, el significado de las medallas y la edición del perfil. El profesor realizó el apoyo mediante diapositivas que indicaban el procedimiento del uso de la plataforma.

- ***Rol del profesor en la sesión cinco***

En la sesión cinco, el andamiaje se continuó empleando con la misma importancia de la

sesión anterior; en este punto los estudiantes aún estaban superando la fase de desequilibrio cognitivo a la que hace referencia Vygotsky (1934), se identificó que los estudiantes porque en clases anteriores habían recordado aprendizajes previos y comenzaron a asociarlo con los nuevos. Para que los estudiantes superaran el desequilibrio cognitivo con relación al tema de criterios de congruencias, el profesor retomó el tema y realizó una serie de preguntas. Estas preguntas tenían la finalidad de que los estudiantes identificaran sus conocimientos nuevos y los relacionaran con los anteriores. La relación hecha por los estudiantes del conocimiento previo con el nuevo permitió que respondieran de manera adecuada. La realización de preguntas en el andamiaje se puede emplear según Latha (2005) para estimular la participación de los estudiantes y ampliar el conocimiento de más contenido. Por otra parte, en el apoyo de contenido los estudiantes necesitaron ayuda en el empleo de dos criterios de congruencia, Lado, Ángulo, Lado (LAL) y Ángulo, Lado, Ángulo (ALA) que, por sus características eran similares y les causaban confusión.

El profesor identificó que los estudiantes mostraban interés en seguir usando la plataforma KA; como resultado, decidió seguir dando apoyo emocional. Reforzó las actitudes de los estudiantes mediante palabras de ánimo. Dichas frases quedaron registradas en video: “muy bien” “así es” “excelente”. Emocionalmente los estudiantes se sentían bien, así lo describieron dos de los tres participantes en sus diarios; estudiante dos: “se me hace muy dinámica la clase y eso me llama la atención, al igual que a mis compañeros y es una estrategia [uso de KA] muy buena para querer tomar más de sus clases e interesarnos en ellas”. Por su parte el estudiante tres mencionó: “Me están gustando las clases, son muy dinámicas”. Los comentarios anteriores concuerdan en que las clases se caracterizan por ser dinámicas por usar KA, hecho que emocionalmente les agrada a los estudiantes y hace que tengan interés para aprender. Este hallazgo concuerda con los resultados presentados por Leony et al (2014) cuyos datos indican que, si un profesor implementa por un periodo modelos para la detención de emociones, en pocos días se logra que los estudiantes incrementen sus emociones. Los resultados de este estudio se pudieron deber a que el profesor implemento frases que repercutieron positivamente en la emoción de los participantes.

Vargas y Martínez (2010) indican que el andamio que se emplee en los estudiantes debe captar su atención para facilitar el proceso de andamiaje y la ayuda que el profesor les proporcione, porque los estudiantes estarán en la disposición de seguir usando el andamio. Del mismo modo, los videos como actividad también jugaron un papel importante en esta sesión y se distinguieron por ser novedosos porque los ejemplos eran relacionados con situaciones cotidianas. Además, captó la atención de los adolescentes, porque la explicación era pausada y los colores de los polígonos eran fluorescentes.

Por otra parte, los estudiantes requirieron de apoyo técnico para localizar en la plataforma el tema y los videos correspondientes a la sesión. El apoyo que proporcionó el profesor se basó en dar explicaciones individualmente, sin embargo, este apoyo se realizó mayormente de forma grupal porque se consideró que había dudas que eran frecuentes entre los estudiantes y que las dudas de los estudiantes podían ser aclaradas para todos, por lo que en ocasiones el profesor hizo uso del pizarrón para resaltar los elementos más importantes de cada tema trabajado en KA.

- ***Rol del profesor en la sesión seis***

En la sesión seis, el andamiaje comenzó a ser regulado. Según Delmastro (2007) indica que la regulación del andamiaje alude a una práctica guiada, en el que se involucra al estudiante para que realice las actividades bajo la orientación y ayuda del profesor en diferentes niveles de apoyo, así como la asignación regulada de tareas progresivamente complejas. En este sentido, se consideró en esta sesión de clase regular el andamiaje debido a que los estudiantes en la sesión anterior demostraron hacer un uso más rápido en la plataforma y que la comprensión del tema era más fácil.

De esta manera, el apoyo que proporcionó el profesor continuó en la sesión seis en los tres tipos de apoyo. Primeramente, en el apoyo emocional el profesor continuó implementando dinámicas integradoras al inicio de las clases. La dinámica en esta sesión seis fue diseñada para ayudar a relajar a los estudiantes que salían estresados de su clase de laboratorio clínico; al término de la dinámica expresaron haberles gustado

comenzar la clase de esa manera.

En el apoyo de contenido, los estudiantes demostraron tener más confianza para hablar con el profesor y le indicaron sus dudas sobre el tema de determinación de triángulos congruentes. El profesor continuó retroalimentando y usó el pizarrón para resaltar el procedimiento de un problema. Indicar el procedimiento paso por paso ayudó a los estudiantes a guiarse para poder encontrar el resultado. No obstante, la ayuda que proporcionó el profesor sirvió para que los estudiantes identificaran en qué momento del procedimiento tenían fallas o incurrieran en errores.

Sin embargo, cuando los estudiantes se encontraban realizando su práctica en KA se detectó que había un problema con el algoritmo de la plataforma, los estudiantes ingresaban el resultado correcto en la casilla de respuesta y la plataforma lo contaba como una respuesta errónea. En ese momento, se proporcionó apoyo técnico y el profesor indicó a los estudiantes que era una falla en la plataforma. Cabe mencionar que las fallas en KA no ocurren con frecuencia. Debido al inconveniente en la plataforma se pidió a los estudiantes que anotaran en su libreta el resultado, de esa manera llevarían un registro de las prácticas.

- ***Rol del profesor en la sesión siete***

En la sesión siete, el rol del profesor fue moderadamente importante en los tres tipos de apoyo. Al iniciar la sesión, los estudiantes ya sabían que habría una dinámica grupal, en el orden en el que iban llegando dejaban sus mochilas y se reunían entusiastas para dar inicio. Con la dinámica empleada por el profesor, se identificó que la actividad alegraba a los estudiantes. Las dinámicas al inicio de las clases era un punto esencial que el profesor pretendía ejecutar en cada sesión con el fin de que los estudiantes estuvieran en la mejor disposición al realizar las prácticas en KA.

Por otro lado, se observó que en el apoyo de contenido el profesor tuvo que resolver dudas con respecto al tema de semejanzas, los estudiantes confundieron los criterios. Para efectos de una mejor comprensión el profesor hizo uso del pizarrón para explicar. En el área de apoyo técnico no se identificó una gran cantidad de solicitudes de

apoyo, por el contrario, solo fueron ayudas elementales para verificar si estaban bien sus resultados antes de avanzar al siguiente problema. En cuanto al apoyo técnico el profesor monitoreo que los estudiantes analizar bien las respuestas de los problemas antes de que las seleccionaran, con el fin de que los estudiantes no fuesen perjudicados en su puntaje de KA. Por otra parte, los estudiantes requirieron poco apoyo técnico para encontrar las actividades en la plataforma, porque el profesor proyectó en unas diapositivas el tutorial de la localización de los temas con sus respectivas actividades (prácticas y los videos).

- ***Rol del profesor en la sesión ocho***

En la sesión ocho el profesor continuó empleando el apoyo emocional en mayor medida que antes al inicio y durante la clase. Al inicio, el profesor realizó una dinámica grupal y durante la clase hizo comentarios positivos a los estudiantes. Se identificó que los comentarios positivos que realizó el profesor incidieron positivamente en el aspecto emocional de los estudiantes, así lo registró el estudiante Jorge en su diario de clase: “En esta clase me sentí relajado y feliz porque entendí la mayoría de los ejercicios que venían en la aplicación y los pude terminar”. Como se puede apreciar, el estudiante indicó sentirse bien. La emoción expresada indica que el andamiaje se estaba empleando de manera adecuada.

Además, se identificó que el rol del profesor fue relevante en el apoyo técnico. Al igual que en la sesión anterior, los estudiantes ya no requerían de apoyo constante para usar la plataforma; esto se atribuye a que los estudiantes identificaban en la proyección del tutorial, la sección, el tema y las actividades que se debían realizar en clase. Cabe mencionar que la proyección tutorial se implementó desde las primeras clases, pero poco a poco los estudiantes fueron adaptándose a la nueva forma de trabajo, por lo que el apoyo técnico fue disminuyendo.

Para esta sesión, el apoyo en el contenido también empezó a ser poco importante en comparación con las clases anteriores. Aunque en esta sesión la actividad no requirió tanto apoyo porque era similar a una hecha en la tercera sesión. Hasta este punto, los estudiantes ya tenían una experiencia previa que, posiblemente, influyó en los procesos

mentales de los estudiantes. Dichos procesos mentales que habían realizado los estudiantes con anterioridad corresponden al almacenamiento, elaboración y traducción de datos aportados por sus sentidos, para su utilización inmediata y posteriormente un uso eventual. En este respecto, posiblemente cuando los estudiantes realizaron por primera vez la actividad lograron interiorizar el proceso mental, facilitando en la segunda aplicación su resolución por la experiencia obtenida previamente.

- ***Rol del profesor en la sesión nueve***

En cuanto a la sesión nueve, el profesor comenzó a preparar a los estudiantes para trabajar sin la regulación del andamiaje. Para aquel momento, los estudiantes ya eran más autónomos en las actividades, porque eran capaces de procesar la información en KA y tomar decisiones en la resolución de problemas. El andamio les proporcionó videos, artículos de repaso y prácticas que influyeron en el aprendizaje eficaz. En vista de que el apoyo fue regulado, el rol del profesor se redujo. En lo que a esta intervención respecta, podemos afirmar que, tal y como lo menciona Bruner (1976), el apoyo empezó a ser reducido cuando los estudiantes empezaron a evidenciar autonomía en la realización de las tareas.

En la sesión nueve el apoyo de contenido solo fue realizado cuando el profesor ejemplificó en el pizarrón los pasos para comprobar el criterio de semejanza Lado, Lado, Lado (LLL). La finalidad del ejemplo fue que los estudiantes se guiaran e intentaran hacer el siguiente criterio de Lado, Ángulo, Lado (LAL). Por otra parte, el apoyo técnico se empleó cuando la plataforma comenzó a tener fallas en diversas actividades. La estudiante Karla reportó lo siguiente en su diario de clase: “Tuve problemas con la aplicación porque al querer hacer mis actividades se movía la pantalla cuando no quería y se me dificultaba un poco elaborarlas”. Debido a esta situación, el profesor procedió a tomar en cuenta un elemento que proporciona el andamiaje, este es juntar a un compañero que se encuentre en el mismo proceso de andamiaje para compartir el andamio con otro compañero. En lo que a esta intervención respecta, podemos afirmar que, tal y como lo mencionan Blachowicz et al (2006), es válido aplicar la estrategia de trabajo en pares en el proceso de andamiaje para que los estudiantes practiquen y

colaboren, al mismo tiempo que escalan la meta de aprendizaje.

Algunos estudiantes tuvieron entonces que compartir sus dispositivos con otros para poder ver los videos en KA. La acción realizada por el profesor también ayudó a que todos terminaran las prácticas en un tiempo similar. Era importante que avanzaran al mismo ritmo, porque los estudiantes que no tenían fallas en la plataforma se sentían inconformes por no poder avanzar; así lo indicó el estudiante Jorge en su diario de clase: “Me sentí un poco frustrado porque mis compañeros no terminaban rápido la actividad y yo quería seguir avanzando, pero tenía que esperarlos”.

El hecho de que los estudiantes compartieran sus dispositivos tuvo efectos positivos, porque lograron terminar de ver los videos en esa misma sesión. Además, los estudiantes que enfrentaron fallas en la plataforma ya no se sentían frustrados. Como se sabe, la frustración refleja una emoción negativa y el hecho de que los adolescentes se sintieran así podría haber influenciado negativamente en la motivación para usar el andamio. Por tal razón, se puede afirmar que el apoyo técnico sirvió también como apoyo emocional.

- ***Rol del profesor en la sesión diez, once y doce***

Finalmente, en la sesión diez, once y doce se encontró que seguían un mismo patrón en cuanto al apoyo técnico y de contenido que proporcionó el profesor. En este sentido, se analizó en conjunto. El rol del profesor fue de importancia porque el andamio fue retirado. A este respecto Delmastro (2007) menciona que el retiro del andamio hace referencia a la última fase del andamiaje, se considera que el estudiante ya es capaz de realizar una práctica autónoma. De modo que el profesor solo se limita a ofrecer pocas sugerencias a los estudiantes en la realización de las actividades. El motivo por el que el andamio fue retirado fue porque los estudiantes ya no solicitaban tanto apoyo técnico y de contenido. Además, durante la realización de las actividades los estudiantes se mostraban más autónomos en la concreción de las tareas.

Cabe mencionar que el apoyo emocional no forma parte del andamio, sino que de manera indirecta influye en la motivación de los estudiantes. Al estar motivados, es más

fácil que se retire el andamio. De esta manera el profesor proporciona apoyo emocional mediante dinámicas para que el proceso del retiro del andamio sea eficaz. En este sentido, el profesor diseñó dos dinámicas: pájaro sin nido y el acuerdo, con la intención de fortalecer la resolución de problemas de manera autónoma, con la intención de incitar a los estudiantes a trabajar sin apoyo del profesor y sin andamio. Los estudiantes comenzaron a analizar por su cuenta el procedimiento para la resolución de los problemas. Los estudiantes realizaron sus actividades sin requerir de tanto apoyo de contenido. El profesor no influyó en el apoyo técnico, los estudiantes por sí solos recurrían al tutorial proyectado para saber qué hacer.

En este apartado se demostró que el rol del profesor es muy importante para apoyar a los estudiantes con el contenido, de manera emocional o técnica. Por las características del proceso del andamiaje el rol del profesor pasa de muy importante a poco importante, porque le cede autonomía al estudiante. Los resultados de este estudio consideran que el logro del aprendizaje de los estudiantes se debe en cierta parte al apoyo del profesor. Este hallazgo coincide con el estudio de Cherrez (2011) cuyos participantes consideran que su auto preparación es una actividad que pudieron lograr únicamente con el apoyo e inspección del profesor. Es comprensible que los estudiantes sean guiados durante el uso de una plataforma con andamiaje. Schwartz (2013) afirma que factores como el tiempo o recursos degradan fácilmente la necesidad de andamiaje y de experiencias que les permiten a los estudiantes construir comprensiones complejas. Hacer que el profesor interactúe con sus estudiantes Weraratne (2018), los motive a participar Kaelly (2018) y les proporcione retroalimentación Schwartz (2013) hará que el profesor posea mecanismos para solventar complicaciones durante el uso de KA.

6.1.4 Conocimientos después de la intervención

Al final de la intervención se le volvió aplicar a los estudiantes la adaptación de la prueba PISA (2012) que habían presentado al inicio de la intervención. El objetivo de volver a aplicar la prueba era conocer el nivel de conocimientos sobre ángulos, triángulos y

relaciones métricas que adquirieron los estudiantes después un proceso de andamiaje. Después de la aplicación, se procedió a realizar un análisis de los resultados de la prueba y los niveles de conocimientos que mide la prueba PISA 2012. A su vez, se realizó una comparación de las calificaciones obtenidas de la primera aplicación de la prueba antes de la intervención.

En la siguiente tabla, se puede observar la comparación de las calificaciones y niveles de conocimientos que obtuvieron los estudiantes en la primera aplicación de una parte de la prueba PISA 2012 antes de iniciar el proceso de andamiaje, con los resultados finales de la segunda aplicación de la misma prueba al retirar el andamiaje.

Tabla 8. Calificaciones y niveles de conocimientos de los estudiantes al inicio y final de la intervención obtenidos de la adaptación de la prueba PISA 2012

Estudiante	Calificación en la primera prueba		Calificación en la segunda prueba	
	Niveles de conocimientos PISA 2012			
	I	II	II	III
1		4.6		8.5
2		4.6		7.7
3	3.8			7
4	3.8			7
5	3.8			7
6	2.9		6.1	
7	3.8			7
8	2.9			7
9	3.8		5.4	
10	2.9		6.1	
11	3		5.4	
12	3.8			7
13	2.9		5.4	
14	0.1		4.6	
15	3			7

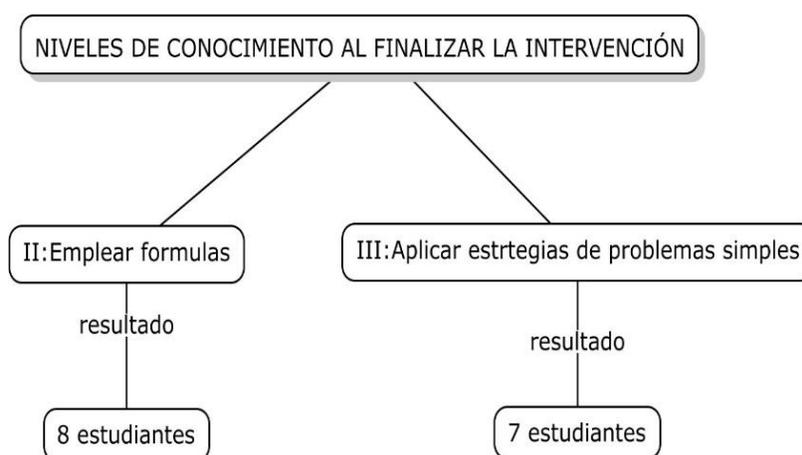
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, se contrastan las dos calificaciones que obtuvieron los quince estudiantes de la investigación cuando se les aplicó la adaptación de la prueba PISA (2012) al inicio y al final de la intervención con KA. Además, se aprecia que las calificaciones están ordenadas de acuerdo con el nivel de conocimientos que alcanzaron según los lineamientos establecidos de la evaluación de PISA.

Se puede determinar que hay un ligero incremento por estudiante, aunque algunos no lograron aún una calificación aprobatoria. No obstante, se nota un ligero avance en la adquisición de conocimientos, expresados en los niveles de desempeño, en promedio los estudiantes incrementaron sus calificaciones en un 70%.

En un primer momento 13 de los 15 participantes se ubicaban en el nivel I de conocimientos. El nivel I implica que los estudiantes antes de la intervención solo pudieron realizar actividades que son obvias y que siguen inmediatamente al estímulo dado con la vida cotidiana aplicando operaciones elementales, tales como: sumas, restas y multiplicaciones. Los dos estudiantes restantes se ubicaban en el nivel II de conocimientos con un promedio de 4.6. El nivel II indica que los estudiantes podían utilizar algoritmos básicos, fórmulas, procedimientos o convenciones, es decir, su aplicación como el uso del razonamiento directo.

Figura 8. Niveles de conocimiento de los estudiantes al finalizar



Fuente: elaboración propia

En contraste, se puede identificar que de los 15 participantes 6 subieron al nivel II y 9 lograron subir sus calificaciones y, por ende, sus conocimientos al nivel III. El nivel III implica que los estudiantes lograron realizar procedimientos de razonamiento directo, incluyendo aquellos que requieren decisiones secuenciales. En este sentido, los estudiantes pueden seleccionar y aplicar estrategias simples de solución de problemas como, por ejemplo: la aplicación de los criterios de congruencias o el teorema de Pitágoras que requieren la consecución de una serie de pasos para efectuar

adecuadamente la resolución del problema.

Un patrón que se puede apreciar en los resultados de la segunda aplicación de la prueba es que 4 de los 6 estudiantes que subieron al nivel de conocimientos II, volvieron a obtener resultados no aprobatorios. Estos oscilaban al inicio entre 2.9 y 3.8 de calificación, después lograron obtener entre 4.6 y 5.4 de calificación. Aunque el incremento fue pequeño, se puede notar que para los estudiantes subieron en los conocimientos que adquirieron mediante las actividades realizadas en KA porque pasaron de solo hacer operaciones elementales de suma y resta, al reconocimiento de las finalidades del problema.

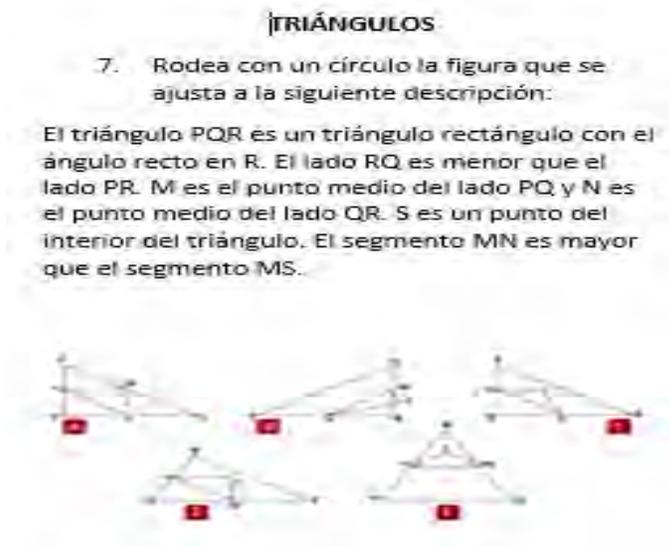
En suma, se puede mencionar que, aunque el incremento fue un poco significativo en algunos casos, al final la mayoría alcanzó un nivel III. Se puede atribuir el incremento a que los estudiantes de la intervención interactuaron con actividades novedosas como: videos, repasos y prácticas de la plataforma KA.

Los resultados indican que las actividades proporcionaron a los estudiantes aprendizajes relevantes en cuanto a la identificación del problema, la realización de operaciones estrictamente procedimentales y la aplicación de estrategias simples para la resolución de problemas. Los resultados de este estudio son contrarios a los de Gray et al. (2017), quienes encontraron que las actividades de KA no tuvieron correlación con la mejora en las pruebas de desempeño. La razón por la que los estudiantes de este estudio lograron mejorar su nivel de desempeño en matemáticas pudo deberse a que se diseñó una intervención del uso de KA guiado por la metáfora del andamiaje de Wood, Bruner y Ross (1976). Hacer que los participantes participen Kelly (2018) y motivarlos Jara et al. (2019) podría hacer que los estudiantes logren tener un incremento en su aprendizaje.

A continuación, se presenta una pregunta del instrumento aplicado antes y después de la intervención, que ejemplifica los elementos que tuvieron que seguir los estudiantes para resolver un problema que implicaba un conocimiento de nivel III. El objetivo de presentar este ejemplo se debe a que la mayoría de los estudiantes no lo resolvieron o contestaban erróneamente cuando se les aplicó por primera vez; en una

segunda aplicación de la prueba sí hubo estudiantes que lograron resolver este problema.

Figura 9. Ejemplo de problema de la prueba PISA (2012)



Fuente: OCDE (2012)

Específicamente, en este problema la mayoría de los estudiantes no lograban seleccionar el inciso correcto, porque les hacía falta reforzar sus conocimientos sobre funciones trigonométricas y criterios de congruencia y semejanza. Cuando se concluyó la intervención se identificó que los estudiantes podían responder a preguntas del nivel III como está de manera correcta y, se considera que fue posible porque en KA se trabajaron ejercicios de práctica con simuladores de triángulos que les proporcionaron una interacción diferente. Aunado que los resultados de los estudiantes se atribuyen a que la plataforma KA les proporcionó a los estudiantes un sinnúmero de actividades de video y práctica, lo que pudo haber marcado una diferencia en su aprendizaje.

En lo que a esta intervención respecta, podemos afirmar que, tal y como lo mencionan Godino, Font, D'Amore (2007), cuando se les proporciona a los estudiantes una diversidad de representaciones visuales, los propios estudiantes comprenden mejor un objeto matemático; además esas representaciones les permiten entender la información básicamente en términos de integración de representaciones mentales. La integración mental finalmente es la que asegura la competencia en el uso de las

representaciones externas asociadas al objeto.

Tabla 9. Resultados de la aplicación de la prueba PISA (2012) al inicio y final de la intervención con Khan Academy

Calificación en la primera prueba	Calificación en la segunda prueba	Diferencia	Incremento en porcentaje
4.6	8.5	3.9	84%
4.6	7.7	3.1	67%
3.8	7	3.2	84%
3.8	7	3.2	84%
3.8	7	3.2	84%
2.9	6.1	3.2	110%
3.8	7	3.2	84%
2.9	7	4.1	141%
3.8	5.4	1.6	42%
2.9	6.1	3.2	110%
3	5.4	2.4	80%
3.8	7	3.2	84%
2.9	4.6	1.7	58%
0.1	5.4	5.3	53%
3	7	4	133%

Fuente: elaboración propia

En la presente gráfica se puede apreciar el incremento individual que tuvieron los estudiantes en porcentajes, mayormente el incremento fue de 84% entre la calificación obtenida en la primera prueba y la segunda.

En este apartado se presentaron los resultados de las pruebas de conocimientos que se le aplicaron a los estudiantes después de la intervención con KA. Los resultados indicaron que los estudiantes incrementaron su nivel de conocimientos al usar KA. Este hallazgo coincide con otros estudios Dickinson (2016), Barret (2018), Rodríguez (2018), Weerartne et al. (2018) y Codero (2018), cuyos resultados señalan que la plataforma KA influye en el incremento de la competencia matemática, incrementando los puntajes de los estudiantes en las pruebas. La razón por la que los participantes incrementan su puntaje se puede deber al uso de las diversas actividades que proporcionan las lecciones de KA. Considerar otros elementos para intervenir en una clase con KA como el andamiaje Wood, Bruner y Ross (1976) puede facilitar el proceso de aprendizaje de los

estudiantes.

6.1.5 Aprendizajes de la investigadora

Los aprendizajes obtenidos como investigadora durante la intervención fueron determinados en el transcurso de las sesiones de clase. En cada sesión de clase la investigadora llevó un registro de las experiencias obtenidas en un diario. En este sentido, con el fin de identificar los aprendizajes de la investigadora y para fundamentar las aseveraciones en la presente descripción, se analizaron las anotaciones realizadas en el diario del investigador.

La estructura del análisis de los aprendizajes logrados en la intervención se muestra en tres dimensiones. Uno es el uso de KA, otro aprendizaje se desarrolló durante la implementación del andamiaje y, finalmente, se lograron aprendizajes en el momento de la práctica educativa. El aprendizaje en el uso de KA se refiere al proceso que llevó la investigadora para manejar adecuadamente la plataforma. El aprendizaje que obtuvo la investigadora en la implementación del andamiaje alude a la reflexión sobre los roles que tuvo que desempeñar en el andamiaje, es decir, como profesora, modeladora y guía. Por último, el aprendizaje sobre su práctica educativa se refiere al proceso de reflexión personal sobre su enseñanza para mejorar, modificar y aplicar técnicas dirigidas a los participantes de la investigación.

Antes de implementar KA la investigadora tuvo que basarse en los temas que correspondían al programa de estudios de la asignatura de Geometría y trigonometría del CBTIS en que se encontraban trabajando los estudiantes. Posteriormente, se procedió a adecuar los temas del programa de estudios con los temas que proporcionaba la plataforma KA. La adecuación de los contenidos en la plataforma fue aprendida por la investigadora mediante tutoriales publicados en el sitio web de Khan Academy. Los tutoriales también sirvieron para que la investigadora aprendiera a crear una clase, anexara a estudiantes al curso, asignara tareas y monitoreara el proceso de cada uno.

Posteriormente, el aprendizaje en el uso de KA se basó en conocer las actividades

que proporcionaba la plataforma y las características que diferenciaban a cada una (videos, hojas de repaso, prácticas y prácticas de la unidad). Conocer las características de las actividades implicó que la investigadora indagará cuál sería la interactividad que le proporcionarían las actividades a los estudiantes, en este sentido, se tomó como referencia la interactividad de Picón (2001) para clasificar las actividades de KA.

Después de conocer la parte técnica del uso de la plataforma KA, la investigadora realizó el diseño del curso, para ello procedió a elaborar un cronograma de actividades, en donde se colocaron los temas que se trabajarían con los estudiantes durante 14 sesiones de clase. Cada tema se colocó junto con un objetivo específico. Los objetivos aludían al nivel de conocimientos que los estudiantes debían alcanzar con la plataforma, pero a la par también se consideró el cómo sería el proceso del aumento gradual de aprendizaje autorregulado de los estudiantes para llevar a cabo el andamiaje en tres momentos: inserción, regulación y retiro del andamio durante la intervención. Cuando el cronograma se realizó, la investigadora inició tentativamente la implementación del andamiaje, porque desde el diseño se consideró que posiblemente alguna de las tres etapas del andamiaje podía llevarse más o menos sesiones de las establecidas en el cronograma.

Por otra parte, en el proceso del andamiaje la investigadora desempeñó diferentes roles para concretar el modelo tomado de Bruner (1976) del andamiaje. Este indica que primero se debe ser un modelador que explique mayormente todo lo que se hará en clase, después un guía que dirija al estudiante poco a poco hacia un aprendizaje autónomo mediante monitoreo constante y, por último, un guía que delega el aprendizaje autónomo a los estudiantes totalmente. De manera que, al seguir los roles del modelo de andamiaje, la investigadora tuvo que desempeñarlos, dando como resultado un aprendizaje en cada uno de los roles. La realización de estos roles frente a grupo permitió a la investigadora darse cuenta de que los estudiantes pueden ser moldeados en relación con las responsabilidades que les designe el profesor.

En las primeras clases los estudiantes tenían la percepción de que la investigadora era la de una modeladora, situación que es entendible porque ellos están acostumbrados a tener este tipo de figura frente a clase como consecuencia del sistema educativo. No obstante, la investigadora ya había diseñado en el cronograma el cambiar

el rol de modeladora gradualmente para iniciar el proceso de andamiaje. El ser moderadora se basaba en realizar demostraciones sobre cómo resolver ejercicios detallando la secuencia procedimental de problemas.

En consecuencia, este rol de modeladora dejó como aprendizaje a la investigadora que los estudiantes aprenden del modelado del profesor mediante observar cómo deben resolver los ejercicios de manera procedimental. Además, la investigadora identificó que los estudiantes prestaban más atención cuando se les explicaba el modelaje por pasos en el pizarrón, que explicarlo por medio de presentaciones.

Posteriormente, el rol que se desempeñó fue el de una guía que delega gradualmente a los estudiantes su propio proceso de autorregulación de su aprendizaje. El rol de guía implicó que la investigadora no se enfocara en enseñar el contenido, más bien fue en enseñarles el camino para que los estudiantes seleccionaran sus lecciones, resolvieran en la medida de lo posible sin ayuda la resolución de los problemas e incrementar sus motivaciones en la culminación de tareas.

Por último, otros aprendizajes que tuvo la investigadora de la intervención son en referencia a su práctica educativa. De la práctica educativa el aprendizaje fue en el sentido de prestar atención a las necesidades que requieren atenderse en los estudiantes. Un ejemplo es identificar porque los estudiantes no pueden resolver un problema; lo que implica que puede deberse a diversos factores: falta de claridad en el procedimiento, un modelaje deficiente o pocas actividades para la claridad de un tema.

Por otra parte, la investigadora aprendió que es necesario adecuar las actividades o tiempos acorde al progreso cognitivo del estudiante. Esto se debe a que las etapas del andamiaje que se tenían contempladas en ciertas fechas resultaron variar en el número de sesiones de clase por lo que se tuvo que modificar.

VII. CONCLUSIONES

En el presente capítulo se describen las conclusiones de esta investigación en función de la siguiente estructura. Primero, un resumen de los hallazgos clave de la investigación acción. Después, las implicaciones pedagógicas para los docentes. Posteriormente, recomendaciones para futuras investigaciones. Finalmente, las limitaciones que se presentaron durante la investigación.

El objetivo general de este estudio fue contribuir mediante la implementación de la plataforma Khan Academy al desarrollo de la competencia matemática en quince estudiantes matriculados en la asignatura de Geometría y Trigonometría. Además, la investigación tuvo como objetivos conocer el nivel de conocimientos de los estudiantes en matemáticas antes y después de la intervención, determinar las actividades a las que mejor respondían en la plataforma y describir el rol del profesor durante la intervención. A este respecto, se utilizaron múltiples instrumentos para recopilar datos como: diarios de campo, grabación de video, diario del investigador y pruebas de conocimientos.

Según los resultados encontrados se concluye que al inicio de la intervención los estudiantes carecían de conocimientos sobre triángulos, ángulos y relaciones métricas. Los resultados se asocian a que los estudiantes carecían de conocimientos avanzados para aplicar estrategias que les permitieran resolver problemas. El hallazgo señala que los estudiantes solo aplicaban conocimientos básicos.

Al finalizar la intervención los resultados indicaron que los estudiantes incrementaron el nivel conocimientos, al usar la plataforma KA guiado por un proceso de andamiaje. El hallazgo indica que los estudiantes incrementaron su nivel de conocimientos porque interactuaron con actividades como: videos, repasos y prácticas de la plataforma. Por tanto, la implementación de un recurso tecnológico como el de KA funciona efectivamente como andamio. La plataforma conduce a los estudiantes al logro gradual de su aprendizaje, convirtiéndolos en estudiantes autónomos.

Las afirmaciones recién enunciadas indican que la plataforma KA funciona para un proceso de andamiaje, las aseveraciones se deben a que KA proporciona diversas actividades. Los hallazgos indicaron que las actividades a las que mejor respondieron los estudiantes fueron los videos y las prácticas. Se encontró que los videos y las practicas realizadas en la plataforma ayudaban a los estudiantes a comprender mejor los

temas. Razón por la cual, se llegó a la conclusión de que los estudiantes aprenden fácilmente un tema cuando la información es presentada de manera visual, seguido de prácticas que pongan a prueba su comprensión. En este sentido, se infiere que los andamios que capturan la atención de los estudiantes mediante gráficos con movimiento o promuevan la aplicación de sus conocimientos serán más eficientes que un material de lectura.

Aunado a la importancia de las actividades de KA en el aprendizaje de los estudiantes, el estudio proporcionó evidencia de que el proceso del andamiaje guiado por un profesor permite que los estudiantes puedan obtener los conocimientos de manera gradual. Por tanto, el rol del profesor en un proceso de andamiaje se debería basar en el apoyo de contenido, emocional y técnico. En este sentido, se sugiere que los profesores aparte de implementar la metáfora del andamiaje, debe implementar diversas estrategias que ayuden a los estudiantes.

Los resultados del presente estudio han confirmado que el andamiaje funcionó debido a que se diseñó la aplicación del andamio de KA en tres momentos.

En el apartado de anexos se puede identificar que las implicaciones pedagógicas como dinámicas en clase son una estrategia que debe ser reconocida como importante para el proceso del andamiaje. Es evidente que, al realizar dinámicas al inicio de las clases, incrementaría la confianza de los estudiantes hacia los profesores en las solicitudes de apoyo. Los profesores deben considerar proyectar todas las actividades de las clases mediante unas diapositivas. La proyección de las actividades puede ser efectivo para que los estudiantes se adapten a la nueva forma de trabajo.

También, se debe aconsejar a los profesores para que les permitan a los estudiantes realizar apuntes en su libreta mientras realizan sus actividades en KA. Esta estrategia de apuntes puede mejorar la intervención debido a que la mayoría de los estudiantes podrán recordar aspectos procedimentales para la resolución de los problemas. Lo anterior concuerda con el estudio Vargas y Martínez (2010) ellos afirman que algunos estudiantes aprenden mejor cuando reciben información y necesitan hacer gráficos o apuntes para recabar información.

Los resultados han proporcionado más evidencia que confirma que la metáfora del andamiaje es útil cuando se apoya de KA. No obstante, el presente estudio ha

mostrado algunas limitaciones que no se consideraron para la intervención y, es pertinente que futuros investigadores las consideren para sus investigaciones.

Es necesario realizar más investigaciones que incorporen un diseño de investigación acción, sería valioso que se realicen más investigaciones de este diseño en el nivel medio superior. Las investigaciones podrían aportar más información para ayudar a los maestros a realizar cambios de metodología para sus clases.

Esta investigación se limitó a un número reducido de participantes. Por lo tanto, no se obtuvieron muchos datos para analizar. En este sentido, para futuras investigaciones se recomienda realizar la acción con un número mayor de participantes. Además, para recolectar más información personalizada de los participantes, los futuros investigadores deben considerar realizar entrevistas antes, durante y después de la intervención.

Este estudio ha identificado una serie de conductas en los estudiantes que se perciben como importantes para alcanzar la autonomía en su aprendizaje. Las investigaciones futuras podrían estudiar la relación entre las conductas identificadas en este estudio y el andamiaje.

Por otra parte, se identificó que las actividades de KA tienen una influencia de mejora en la percepción del aprendizaje de los estudiantes. Las actividades de KA también parecen ser un área que requiere más investigación.

Aunque se concluyó que este estudio permitió la mejorar en el aprendizaje de los estudiantes en matemáticas en un lapso de 2 meses, el tiempo no fue lo suficiente para determinar si los estudiantes integraron a sus estudios el uso de KA. En este sentido, se debería ampliar la investigación a estudios longitudinales con un periodo de intervención más prolongado, para proporcionar más elementos para analizar y conocer los efectos en los estudiantes sobre el uso de KA para su aprendizaje.

El rol del profesor en el presente estudio fue valioso no solo por ayudar a los estudiantes en el aprendizaje del contenido, sino también porque fue elemental para ayudarlos en el uso de la plataforma e incrementar su confianza. La investigación adicional debería considerar la importancia del rol del profesor en las etapas del andamiaje, para determinar su impacto en los procesos de andamiaje.

Los hallazgos descritos hasta aquí señalan que el objetivo general sí se cumplió.

No obstante, durante el proceso se presentaron cuatro limitaciones y, estas deben considerarse para próximas investigaciones de este tipo.

En la primera limitación no hubo una colaboración entre la investigadora y el docente titular de la asignatura. La colaboración no se concretó porque el grupo se dividió entre los participantes de la investigación y los que no fueron seleccionados. Esta situación hizo que se trabajara por separado y, los participantes tomaran las clases en otra aula, imposibilitando que el docente no aplicara ni conociera el uso de KA. A este respecto, se sugiere que el docente de la asignatura participe en la intervención junto con el investigador, para que ambos conjuguen experiencia frente a grupo y perspectivas metodológicas.

La segunda limitación que se detectó fue respecto a fallas en la plataforma; algunas de ellas fueron: lenta reproducción de videos y falta de almacenamiento de los resultados ingresados. Estas fallas posiblemente se debieron a la saturación de la red, porque el acceso a KA es off-line y sin costo alguno, por lo que no debió presentar estos problemas. De esta limitación se sugiere que el aula donde se realice la intervención cuente con acceso a internet si es posible, para evitar que los alumnos se atrasen en las actividades o se desesperen.

La tercera limitación fue la saturación auditiva provocada por la reproducción de los videos. Esto alude a que los estudiantes reproducían los videos de manera individual, lo que provocaba que los audios de todos los videos se escucharan al mismo tiempo y fuera casi imposible entender bien la explicación. En función de esta limitación se hacen dos sugerencias, la primera contempla que los estudiantes usen auriculares cuando procedan a reproducir los videos. La segunda, considera que si algún estudiante no tiene auriculares pueda apoyarse de otro compañero; es decir escuchar los videos en binas.

Finalmente, la cuarta limitación detectada es la implementación de la intervención en periodos de vacaciones. Esta limitación se presentó porque durante la intervención hubo vacaciones de Semana santa y cuando se regresó a clases los estudiantes habían tenido un retroceso en su aprendizaje. Este sentido, se sugiere que, al implementar una intervención de este tipo, debe emplear en ciclos escolares que no tengan vacaciones.

El estudio proporcionó evidencia de que el proceso del andamiaje guiado por un profesor permite que los estudiantes puedan obtener los conocimientos de manera

gradual. En este sentido, se sugirió que los profesores aparte de implementar la metáfora del andamiaje, debe implementar diversas estrategias que ayuden a los estudiantes. Además, también se sugiere que se apliquen entrevistas a los estudiantes durante y después de la intervención para documentar más datos que puedan ayudar a un mejor análisis sobre el proceso del aprendizaje.

REFERENCIAS

- Barman, N. (2013). *An evaluation of the effectiveness of the Khan Academy videos for teaching mathematics at Menzi High School*. Recuperado de http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/1501
- Barrett, G. (2018). *Mission accepted: A case study examining the relationship of khan academy with student learning*. Recuperado de <https://search.proquest.com/openview/1cfe60d3f16426bfd9c04aa9f76fe65b/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Blachowicz, C., Fisher, P., Ogle, D., y Watts, S. (2006). Vocabulary: Questions from the classroom. *Reading Research Quarterly*, 41(4), 524-539.
- Blasco, M., y Pérez T. (2007). *Metodologías de investigación en educación física y deportes: ampliando horizontes*. San Vicente, España: Editorial Club Universitario.
- Blaxter, L., Hughes, C., y Tight, M. (2010). *How to research*. New York, USA: The McGraw-Hill.
- Bonilla, A. (2016). *Diseño de una estrategia de enseñanza y aprendizaje bimodal mediada por la plataforma Khan Academy como herramienta de apoyo en estudiantes de séptimo grado* (Tesis doctoral). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Bruner, J. (1997). *Cultura, mente y educación*. La educación, puerta de la cultura, 19-62.
- Bruner, J., Wood, D., y Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, (17), 89-100.
- Burgos, D., y Corbalan, G. (Septiembre de 2006). Modelado y uso de escenarios de aprendizaje en entornos b-learning desde la práctica educativa. III Jornadas Campus Virtual. Universidad Complutense, Madrid, España.
- Cargile, L., y Harkness, S. (2015). Flip or Flop: Are Math Teachers Using Khan Academy as Envisioned by Sal Khan?. *TechTrends*, 59(6), 21-28.
- CENEVAL (2018). Insumo educativo a la educación media superior en 2018. Bachilleres, Chetumal, Dos.
- Cherrez V. (2017). *Plataforma educativa khan academy y su aporte al aprendizaje autónomo de los estudiantes de segundo bachillerato informática de la unidad*

- educativa Babahoyo, cantón Babahoyo, provincia de los Ríos* (Bachelor's tesis), Babahoyo: UTB.
- Cordero, R. (2019). Las Competencias Digitales y la Integración Pedagógica de las TIC en Docentes. *Cienciamatria*, 5(9), 726-737.
- Cuesta B., y Moreira C. (2019). *Alternativa metodológica basada en el uso de Khan Academy como refuerzo académico en matemáticas para mejorar el rendimiento académico* (Bachelor's tesis). Universidad Nacional de Educación, Cañar, Ecuador.
- Delmastro V. (2007). *Enseñanza estratégica en un entorno virtual un estudio sobre la formación de tutores en educación continua*. (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Devers, C., Reaves, C., y Ragsdale, E. (June 2014). Khan Academy Learning. In *EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology* (pp. 1684-1687). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Díaz, P., Flores, M., Salinas, P., y Jiménez, I. *Uso de Khan Academy en la comprensión del análisis gráfico para cálculo diferencial en bachillerato*. Real, España: Ciata.
- Dickinson, B. (2016). *One-to-one mobile devices in rural school districts: A mixed methods study investigating the impact of khan academy on mathematics achievement and teacher pedagogy*. Recuperado de <https://search.proquest.com/openview/d08c691958cd0d8abf17d8c5fff8c9d7/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Falck, D., Kluttig, M., y Peirano, C. (2013). *TIC y Educación La Experiencia de los Mejores: Corea, Finlandia y Singapur*. Madrid, España: Santillana.
- D'Amore, B., Font, V., y Godino, J. (2007). La dimensión metadidáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática. *Revista Paradigma*, 18(2), 49-77.
- Gallardo, B. (2009). Estrategias de aprendizaje. Estado de la cuestión. Propuestas para la intervención educativa. Teoría de la Educación. *Revista Interuniversitaria*, 58 (7), 53-75.
- Gray, J., Lindstrøm, C., y Vestli, K. (February 2017). *Khan Academy as a resource for pre-service teachers: A controlled study*. In *CERME 10*.
- Guilar, M. (2009). Las ideas de Bruner: de la revolución cognitiva a la revolución cultural.

- Educere*, 13(44), 235-241.
- Herr, K., y Anderson, G. (2004). *The action research dissertation: A guide for students and faculty*. New York, USA: SAGE.
- Herrera, L. (2002). Tutoría de la Investigación. Maestría en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales. *Quito-Ecuador*, 21(23), 174-178.
- Hsieh, H., y Shannon, S. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), 1277-1288.
- Jara, Cancino y Casillas (2019). La integración de KhanAcademy. Una estrategia didáctica para la evaluación de matemáticas en ingenierías. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías emergentes en el desarrollo de las STEM*, 1(1), 26-49.
- Johnson, M. (1987). *El cuerpo en la mente. Fundamentos corporales del significado, la imaginación y la razón*, Madrid: Debate, 1991.
- Kelly, S. (2018). *The impact of Khan Academy math remediation on ninth grade student achievement* (tesis doctoral). Liberty University, Lynchburg, United States.
- Kelly, D., y Rutherford, T. (2017). Khan Academy as Supplemental Instruction: A Controlled Study of a Computer-Based Mathematics Intervention. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(4). Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/317634204>
- Kemmis, S. (1984). *Action research Action research Action research*. International Encyclopedia of Education.
- Latorre, A. (2003). *¿Qué es la investigación acción? La investigación–acción: conocer y cambiar la práctica educativa*. España: Ed graó.
- Leal, G. (1994). *Factores sociofamiliares que influyen en el rendimiento escolar*. (Tesis inédita de maestría en Trabajo Social no publicada).
- Leon, C., y Koosed, T. (2018). *Assessing the use of technology and Khan Academy to improve educational outcomes*. International Society for Technology in Education.
- Leony, D., Muñoz, P., Pardo, A., Ruipérez, V., Arellano M., y Delgado K. (2014). *Rule-based detection of emotions in the Khan Academy platform*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/280099517>
- Libraries without Borders. 2014. Transforming Education: Preliminary Results from the

- Study Carried Out in Cameroon on the Impact of Khan Academy on Children's Academic Achievement and Cognitive Abilities. Available at https://learningequality.org/media/Rapport-Etude-Cameroun_KL_ENG.pdf
- Light, D., y Pierson, E. (2014). Increasing student engagement in math: The use of khan academy in Chilean classrooms. *International Journal of Education and Development using ICT*, 10(2), 103-119. Open Campus, The University of the West Indies, West Indies. Retrieved July 3, 2018 from <https://www.learntechlib.org/p/147457/>.
- López, O., y Hederich, C. (2010). Efecto de un andamiaje para facilitar el aprendizaje autorregulado en ambientes hipermedia. *Revista Colombiana de Educación*, 58, 14-39.
- Martin, A. (2013). Khan academy's impact on motivation, confidence, and skill level in mathematics. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1439933002?pq-origsite=summon>
- Marzano., y Kendall, J. (2001). *How to design a standards-based district, school, or classroom*. Aurora, CO: Mid-continent Research for Education and Learning.
- McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y currículum: métodos y recursos para profesionales reflexivos*. Ediciones Morata.
- McNiff, J., Lomax, P. y Whitehead, J. (1996) *You and Your Action Research Project*. New York, EUA: Routledge.
- Muir, T. (2014). Google, mathletics and khan academy: Students' self-initiated use of online mathematical resources. *Mathematics Education Research Journal*, 26(4), 833-852. doi:10.1007/s13394-014-0128-5.
- Murphy, R., Gallagher, L., Krumm, A., Mislevy, J., y Hafter, A. (2014). *Research on the use of Khan Academy in schools*. Menlo Park: SRI International.
- OCDE. (2017). Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias, Versión preliminar. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework%20PRELIMINARY%20version%20SPANISH.pdf>
- OCDE (2018). México en PISA 2015: Desaciertos de su aplicación por medios computarizados. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(78), 711-731.

- OECD (2019). Results PISA 2018. Recuperado de: http://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf
- Perales, M. (2013). Attractor states, control parameters, and co-adaptation in instructed L2 inferential comprehension: a design-based research study of a critical reading intervention. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 13(2). 463-492. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-63982013000200006.
- Pérez, L., Ramón, J., Sánchez, V. (2000). *Análisis exploratorio de las variables que condicionan el rendimiento académico*. Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide.
- Piaget, J. (1970). La evolución intelectual entre la adolescencia y la edad adulta. *J. Delval (Comp.), Lecturas de psicología del niño*, 2(02), 208-213.
- Picón Pérez, J. (2017). Análisis y caracterización de los vídeos educativos de Khan Academy como método de aprendizaje en espacios digitales.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational psychology review*, 16(4), 385-407.
- Piscoya, L. (2004). La formación docente en el Perú. Informe elaborado para Unesco-IESALC.
- Polo, M. (2011). Retos y prospectiva de innovación en educación superior. *Innovación curricular en IES*, 19(4), 19-26.
- Ramírez, O., y Vizcarra, B. (2016). Desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes normalistas mediante Khan Academy. *Ra Ximhai*, 12 (6), 285-293. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46148194019>
- Sampedro, R. (2016). *Las TIC y la educación social en el siglo XXI*.
- Rodríguez, R. (2016). El uso del portal KhanAcademy como Recurso Educativo Abierto en una clase de Matemáticas. *Virtualis*, 6(12), 132-155. Recuperado de <http://aplicaciones.ccm.itesm.mx/virtualis/index.php/virtualis/article/view/131>
- Rodríguez, J., Light, D., y Pierson, E. (Noviembre 2014). *Khan Academy en Aulas Chilenas: Innovar en la enseñanza e incrementar la participación de los estudiantes en matemática*. In Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología,

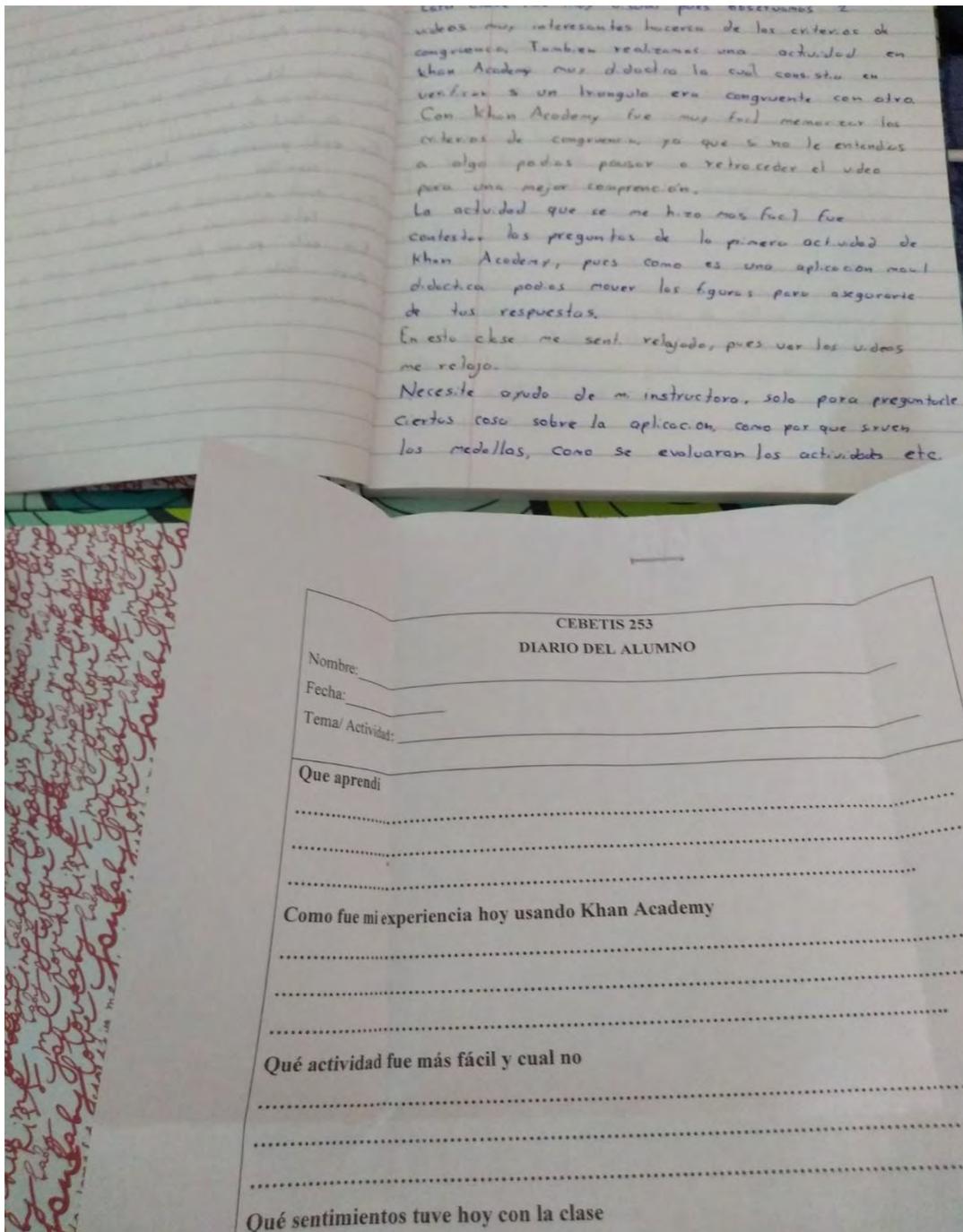
- Innovación y Educación (Vol. 540).
- Rossel, C. (2015). *Use of Khan Academy to reinforce learning of mathematics for middle school students with special needs* (Doctoral dissertation) California State University, Fullerton.
- Sánchez, J. J. M., y Pina, F. H. (2011). Influencia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes de formación profesional. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 14(1), 81-100.
- Schwartz, M. (2013). Khan academy: The illusion of understanding. *Online Learning Journal*, 17(4). Recuperado de : <https://www.researchgate.net/publication/283016149>
- SEMS. (2008). Competencias disciplinares básicas del sistema nacional de bachillerato. Recuperado de https://www.ceneval.edu.mx/documents/20182/45577/Acuerdo_444.pdf/1aab7a32-1942-4f1d-bb9a-1ebd26018960#:~:text=Las%20competencias%20disciplinares%20b%C3%A1sicas%20del,programas%20de%20estudio%20del%20bachillerato.
- SEP. (2013). *Resultado de Prueba ENLACE 2014 Quintana Roo. Último grado de bachillerato*. Recuperado de http://www.enlace.sep.gob.mx/content/ms/docs/2014/historico/23_EMedia_2014.pdf
- Socarrás, J. (2015). *Matemática para niños, niñas, adolescentes y jóvenes*. *Revista rayuela*, 4(1) 23-29.
- Sucerquia, E., Londoño, R., Jaramillo, C., Carvalho, M. (2016). La educación a distancia virtual: desarrollo y características en cursos de matemáticas. En: *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 48, p. 33 – 55. Disponible en <https://www.redalyc.org/html/1942/194245902004/>
- Tapia, I. (2019). El poder de Khan Academy en el aprendizaje de las Matemáticas en el CONALEP. *Revista RedCA*, 1(3), 120-142. Consultado de <https://hemeroteca.uaemex.mx/index.php/revistaredca/article/view/12129>
- Tenni, C., Smyth, A., y Boucher, C. (2003). The researcher as autobiographer: Analysing

- data written about oneself. *The qualitative report*, 8(1), 1-12.
- Valenzuela, J. (2008). Habilidades de pensamiento y aprendizaje profundo. *Revista iberoamericana de educación*, 46(7), 1-9.
- Van de Pol, J., y Elbers, E. (2013). Scaffolding student learning: A micro-analysis of teacher–student interaction. *Learning, Culture and Social Interaction*, 2(1), 32-41.
- Vargas., y Martinez, C. (2010). Efecto de un andamiaje para facilitar el aprendizaje autorregulado en ambientes hipermedia. *Revista Colombiana de Educación*, (58), 14- 39. <http://www.redalyc.org/pdf/4136/413635664002.pdf>
- Villarroel, V. (2011). Relación entre autoconcepto y rendimiento académico. *Psykhé*, 10(1).
- Yin, R. (2011). *Applications of case study research*. Sage.
- Vygotsky, L. S. (1978). Socio-cultural theory. *Mind in society*.
- Weeraratne, B., y Chin, B. (2018). Can Khan Academy e-Learning Video Tutorials Improve Mathematics Achievement in Sri Lanka. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 14(3), 93-112.
- Whitehead, A. (1988). Geometry. VI. Non: Euclidean geometry. *Britannica*, 11(11), 724–730.
- Wood, D., Bruner, J., y Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100
- Yin, R. K. (2011). *Applications of case study research*. California, United States: Sage.
- Zazueta, M., y Herrera L. (2009). “Andamio cognitivo herramienta para el proceso de aprendizaje”, en *Quaderns digitals: Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad*, 60(5), 153-180.

ANEXO

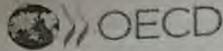
Instrumentos de recolección de datos

- Diario de clase de estudiante



• Prueba de conocimiento

$$3 = 2.9$$



A continuación encontrarás un conjunto de preguntas tomadas de la prueba PISA 2012, que es un Proyecto Internacional de Evaluación de Habilidades sobre Matemáticas dirigido a jóvenes de 15 años.

Las preguntas que se presentan en este cuadernillo corresponden a situaciones de la vida real y están dirigidas a evaluar no sólo memorización sino fundamentalmente habilidades de comprensión, análisis, reflexión, abstracción e integración de información que ya conoces.

Esta prueba de conocimiento forma parte de un proceso de recogida de datos. Las respuestas serán tratadas de forma agrupada y anónima. Por ello, te agradeceríamos que completaras esta prueba con la mayor sinceridad. Muchas gracias por su colaboración.

Datos generales

1. Sexo: femenino Masculino 2. Edad: 15 4. Fecha: 11/03/19

Instrucción: Resuelve las preguntas y ejercicios indicando los procedimientos que se requieran en la solución.

CONSTRUYENDO BLOQUES

A Susana le gusta construir bloques con cubos pequeños como el que se muestra en el siguiente gráfico:



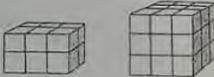
Cubo pequeño

Susana tiene muchos cubos pequeños como éste. Utiliza pegamento para unir los cubos y construir otros bloques.

Primero Susana pega ocho cubos para hacer el bloque que se muestra en el gráfico



Luego Susana hace los bloques macizos que se muestran en los gráficos B y C:



1. ¿Cuántos cubos pequeños necesitará Susana para hacer el bloque que se muestra en el gráfico B?

Respuesta:12..... cubos.

2. ¿Cuántos cubos pequeños necesitará Susana para construir el bloque macizo que se muestra en el gráfico C?

Respuesta:62..... cubos.

Susana se da cuenta de que ha utilizado más cubos pequeños de los que realmente necesitaba para hacer un bloque como el que se muestra en el gráfico C. Se da cuenta de que podía haber construido un bloque como el del gráfico C pegando los cubos pequeños, pero dejándolo hueco por dentro.

3. ¿Cuál es el mínimo número de cubos que necesita para hacer un bloque como el que se muestra en el gráfico C, pero hueco?

Respuesta:52..... cubos.

Ahora Susana quiere construir un bloque que parezca un bloque macizo y que tenga

6 cubos pequeños de largo, 5 de ancho y 4 de alto. Quiere usar el menor número posible de cubos dejando el mayor hueco posible en el interior.

• Diario de la investigadora

Fecha: 19/03/2019	Número de sesión: 3	Duración: 2 horas
Tema: Analizar el tratamiento visual de las propiedades geométricas, los criterios de congruencia. (ANDAMIAJE)		

La clase inició con una dinámica de integración llamada el Zombi, di las instrucciones y aclaraciones a los alumnos que no comprendieron bien la indicación para su ejecución. Posteriormente monitoreé la dinámica pausando la música, durante ese momento me percate que todos los estudiantes reían y se divertían. Al final, para comprobarlo les pregunté qué tal les había parecido y todos aseguraron haberles gustado mucho.

Seguido de esto, a manera de retroalimentación de la clase anterior realice preguntas sobre ¿Qué era congruencia? y ¿Cuáles eran los criterios de congruencia? en este sentido, los estudiantes respondieron acertadamente a las interrogantes.

Después, pasé al desarrollo, para ello los estudiantes debían inscribirse en el curso de Khan Academy que diseñé para ellos. Tomé en cuenta que este primer paso necesitaría de apoyo total así que proyecté un tutorial en **Power Point** realizado por mí para que ellos se fueran guiando y así lograr quedar inscritos en la clase.

Lo primero que se realizó fue ver el primer video sobre criterios de congruencia, que también fue proyectado para que todos lo vieran al mismo tiempo, esto se hizo así pensando en que aún se está insertando el andamiaje y todos requieren apoyo para saber usar el programa (andamio), después del video realicé una retroalimentación explicando por pasos en el pizarrón la información del video. Ya que esto era clave para que realizaran la primera práctica.

• Rol del profesor (frecuencia de apoyo):

Durante la inscripción a la clase de Khan Academy proporcione apoyo de manera constante para que los estudiantes anotaran el código de registro, en dos ocasiones tuve que regresar la diapositiva para que ellos pudiesen quedar en el curso.

Cuando los estudiantes comenzaron a realizar su primera práctica, supervise a uno por uno. Las preguntas frecuentes que realizaban eran acerca de que iban hacer o si estaban bien para poder pasar al siguiente problema.

En particular dos estudiantes requirieron de más apoyo debido a que no sabían que iconos seleccionar.

• Charlas/ acciones de los estudiantes (frecuencia en la que requiere de orientación):

Los estudiantes estaban entusiasmados por realizar su primera práctica, sin embargo no sabían aún bien que iconos seleccionar o como arrastrar los triángulos para demostrar su congruencia por lo que algunas palabras que decían eran:

- Será que está bien
- Y ahora, le doy comprobar
- A ti te aparece esto (charla a otro compañero)

Con la finalidad de hacerlo, les proyecté el video de lo que harían y posteriormente les explique paso por paso en el pizarrón.

Luego, iba recorriendo los lugares en los que se encontraban los estudiantes y los que requerían apoyo me llamaban. En esta clase en particular el andamiaje fue total, debido a que los estudiantes se encontraban en una fase de desequilibrio cognitivo, es decir, era la primera vez usando el programa y tenían muchas dudas, además de que se les dificultó mucho su primera práctica llamada Congruencia y transformaciones que consistía en comparar dos triángulos y verificar si esos dos tenían congruencia, para lograrlo debían interactuar con el programa, seleccionando, trasladando y reflejando los polígonos.

Observaciones adicionales:

Me percate que algunos alumnos me dieron la impresión de quedarse frustrados al no saber cómo manejar bien las herramientas proporcionadas en la plataforma, a pesar de que antes de hacer dicha práctica ellos vieron un tutorial de que es lo que iban hacer. Por lo que ellos atribuyeron que eran sus dispositivos móviles los que les dificultaba mover los triángulos porque decían que al tocar la figura con su dedo sobre la pantalla, esta no se quedaba en el lugar que ellos querían.

Fecha: 21/03/2019	Número de sesión: 4	Duración: 1 hora
Tema: Criterios de congruencias, suma de ángulos del triángulo 180° Analizar y distinguir las Congruencias de triángulos. ANDAMIAJE		

Observaciones adicionales:

Se canceló este día de intervención debido a que el prefecto de la institución retiro al grupo de segundo semestre, por lo que la clase se retomará la siguiente sesión del martes.

Fecha: 26/03/2019	Número de sesión: 5	Duración: 2 horas
Tema: Criterios de congruencias, suma de ángulos del triángulo 180° (ANDAMIAJE)		

Como ya he mencionado anteriormente al inicio de cada clase realicé una dinámica, con la finalidad de que los adolescentes se activen y se diviertan un rato. Para efectos de esta clase, la actividad consistió en enviar un mensaje sin hacer uso del lenguaje, esto fue solo usando el tacto.

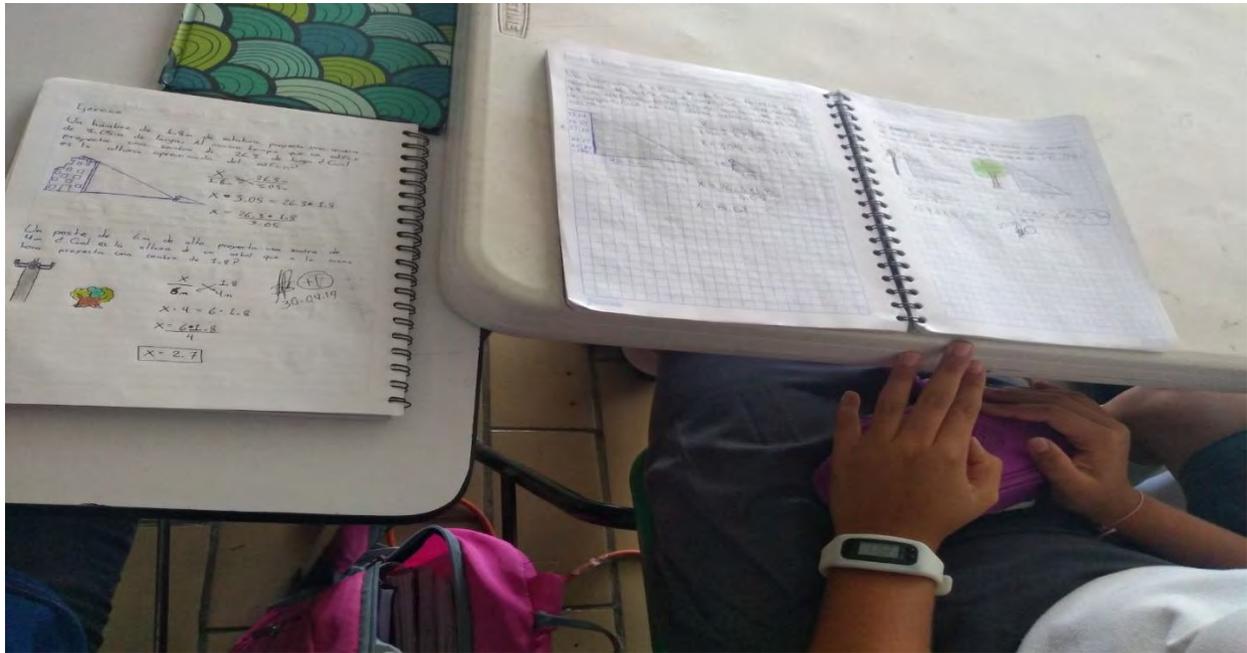
Para realizarlo, indiqué que debían formar tres equipos de cinco personas, después de ello, por equipos harían una fila y se sentarían en ese orden. Posterior a eso, le entregué un dibujo de una casa al último alumno de cada fila, estos tres adolescentes debían reproducir el dibujo en la espalda del compañero que se encontrase enfrente. Al concluir la secuencia de la reproducción en la espalda del trazo del dibujo, al momento de dar la señal para comenzar al inicio de la fila, la comunidad dibujó

• Grabación de video



Estrategias pedagógicas

- Apuntes de clase



- Tutoriales de las actividades



- **Dinámicas al inicio de clase**



- **Uso de Khan Academy**



Sugerencia de actividades

- Uso de control de medallas

Desempeño en Khan Academy

Profesor: _____
Alumno: _____
Fecha: _____

1

Medallas	Meteorito	Lunares	Terrestres	Solares	Agujero negro	Distintivo de desafío
Observaciones						
Puntos						

anality

- Tutoriales del uso de KA

Autoguardado Clase 2 - Guardado en Este PC Buscar scilene jimenez penago

Archivo Inicio Insertar Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Revisar Vista Complementos Ayuda Compartir Comentarios

Portapapeles Diapositivas Fuente Párrafo Dibujo Edición Voz Diseñador

Configuración Profesores

Descargas
Descargar solo a través de Wi-Fi
Espacio disponible 1 GB

Tus maestros
Administrar

General
Ayuda y comentarios
Idioma
Licencias
Cerrar sesión

Khan Academy v5.2.5 (B54)

Profesores

Sin maestros
No has añadido ningún maestro todavía. Después de agregar uno podrás recibir sus tareas.

Agregar maestro

Agregar maestro

Introduce un código de clase o la dirección de correo electrónico de tu profesor

FW5GPV4Q

REGISTRAR

Agrega el siguiente código